

F. BONNIARD

LES LACS DE BIZERTE

Etude de géographie physique

Thèse complémentaire pour le Doctorat ès lettres
présentée à la Faculté des Lettres de l'Université de Paris

EXTRAIT DE LA « REVUE TUNISIENNE »

(Nouvelle Série — N° 17 — 1^{er} trimestre 1934)

TUNIS
IMPRIMERIE J. ALOCCIO, 6, RUE D'ITALIE

1934



Digitized by the Internet Archive
in 2026

F. BONNIARD

LES LACS DE BIZERTE

Etude de géographie physique

Thèse complémentaire pour le Doctorat ès lettres
présentée à la Faculté des Lettres de l'Université de Paris

EXTRAIT DE LA « REVUE TUNISIENNE »

(Nouvelle Série — N° 17 — 1^{er} trimestre 1934)

TUNIS
IMPRIMERIE J. ALOCCIO, 6, RUE D'ITALIE
—
1934



INTRODUCTION

Dans l'ensemble de l'œuvre française en Tunisie, la transformation de la région de Bizerte attire plus particulièrement l'attention des Français, en raison de l'importance qu'elle revêt dans la défense de l'Afrique du Nord et l'armature de notre organisation méditerranéenne.

Nous avons trouvé en 1881 un misérable petit centre indigène de 4 à 5.000 habitants qui avait vécu de la piraterie pendant les siècles, et végétait alors au bord d'un chenal ensablé, dont les antiques quais ne recevaient plus que des barques. En arrière, une vaste nappe d'eau profonde inutilisée.

Aujourd'hui, Bizerte est une ville de 30.000 habitants, dotée d'un magnifique port. Le lac est devenu un vaste port militaire, entouré de tous les établissements nécessaires à l'existence d'une puissante base navale. Des centres nouveaux sont nés et se développent, comme celui de Ferryville-Tindja qui a déjà 8.000 habitants, presque tous Européens et en majorité Français.

Cette œuvre considérable fut rendue possible par la présence de nappes lacustres offrant des conditions extrêmement favorables. Nous nous proposons, dans cette étude, de définir ces conditions physiques et de décrire les transformations heureuses que leur a fait subir l'intervention de l'homme.

CHAPITRE I

LE SYSTÈME LACUSTRE

1. — Sa formation

La dépression où se logent les lacs de Bizerte appartient à la zone d'effondrements du golfe de Tunis. Celle-ci n'est, elle-même, que la culée orientale du pont tuniso-sicilien qui s'est effondré pour former entre les deux bassins méditerranéens le détroit de Sicile ⁽¹⁾.

Mais la dépression lacustre n'est pas homogène : elle se compose de deux cuvettes, d'inégale forme et d'âge différent, accolées au seuil de Tindja (fig. 1). Celle du lac de Bizerte est une ellipse de 30 km. × 12 km., dont la bordure montueuse offre partout des plongements périclinaux; elle est donc un élément structural ancien, déjà formé au sahélien ⁽²⁾ (miocène supérieur), fortement individualisé par les plissements postpontiens qui ont accusé les rides montagneuses du pourtour. Séparée de la mer par la zone de collines calcaires (éocène moyen) de la presqu'île de Menzel-Djemil (80 km.), elle ne communique aujourd'hui avec la Méditerranée que par la vallée du goulet.

La seconde case, large quadrilatère comprenant la plaine de Mateur et la Garaa Ichkel, apparaît comme un complexe de plusieurs compartiments effondrés. La topographie de sa bordure montagneuse, l'existence de contacts anormaux sur une grande partie de sa périphérie montrent que cette case est un accident assez récent qui s'est dessiné en même temps que les plaines voisines de la basse Medjerda, c'est-à-dire au quaternaire.

Il est possible de suivre dans leurs grandes lignes les vicissitudes subies par la dépression de Mateur-Bizerte qui n'a pas toujours eu un caractère lacustre. Au golfe sahélien, qui s'avancait jusqu'aux environs de Mateur, succéda un bassin fluvial qui subsista pendant tout le pliocène. Au début du quaternaire, des effondrements litto-

(1) F. BONNIARD, 13, 1^{re} partie, chap. III.

(2) SOLIGNAC, 60, p. 13.

raux ⁽³⁾ provoquèrent un retour offensif de la mer dans la dépression, au moment où la plaine de Mateur prenait la forme que nous lui connaissons.

Dès lors, le golfe ne cessa de se réduire, comme le prouvent les niveaux marins de 30-35 m., 15-20 m., 8-10 m., 3-4 m., qu'on rencontre nombreux autour des lacs ⁽⁴⁾; il se divisa en deux parties par l'émersion de l'isthme de Tindja. Le recul des eaux fut encore précipité, dans le fond du golfe, par un rapide alluvionnement qui a formé la plaine de Mateur et continue de l'étendre aux dépens de la Garaa Ichkel, reléguée à l'angle N.E. de la dépression.

2. — Ses éléments

Le système lacustre actuel est formé de trois éléments : deux nappes d'eau, la Garaa Ichkel et le lac de Bizerte, qui communiquent ensemble par l'oued Tindja; le goulet qui relie le lac à la mer.

a) *Le goulet* est un bel estuaire de 7 km. de long, de 1 à 1 km. 1/2 de large, occupant la vallée qui s'ouvre largement entre le petit massif du Ben-Negro et la chaîne du Kebir-Messelem. Il est un élément aussi ancien dans la structure de la région que l'alvéole du lac.

Tout, dans la topographie du goulet, permet de reconnaître l'allure générale de vallée fluviale envahie par la mer ⁽⁵⁾. En son milieu, il possède un chenal naturel d'au moins 10 m. de profondeur et d'une largeur moyenne de 500 à 700 m., creusé dans la plateforme de quaternaire marin à laquelle appartiennent les îles Srira et Kebira et la presqu'île de Charaa, puis dans les grès du Djebel Kerrita, dans les formations marno-argileuses et les vieilles dunes qui les recouvrent vers l'embouchure. La rive septentrionale, basse, présente une succession de baies, qui ne sont que la partie inférieure des vallées affluentes submergées. Si ce dernier trait ne se retrouve pas sur la rive sud, c'est à cause des modifications récentes, dues à l'action

(3) Ces effondrements ont été identifiés à l'embouchure de l'oued Damous, à 8 km. au N.O. de Bizerte, et dans la plaine de la basse Medjerda (SOLIGNAC, 60, p. 20; 62, pp. 486-488).

(4) Autour des lacs de Bizerte, les terrasses quaternaires se trouvent à toutes les altitudes, entre 0 et 35 mètres.

(5) E. F. GAUTIER, 27, pp. 180-182.

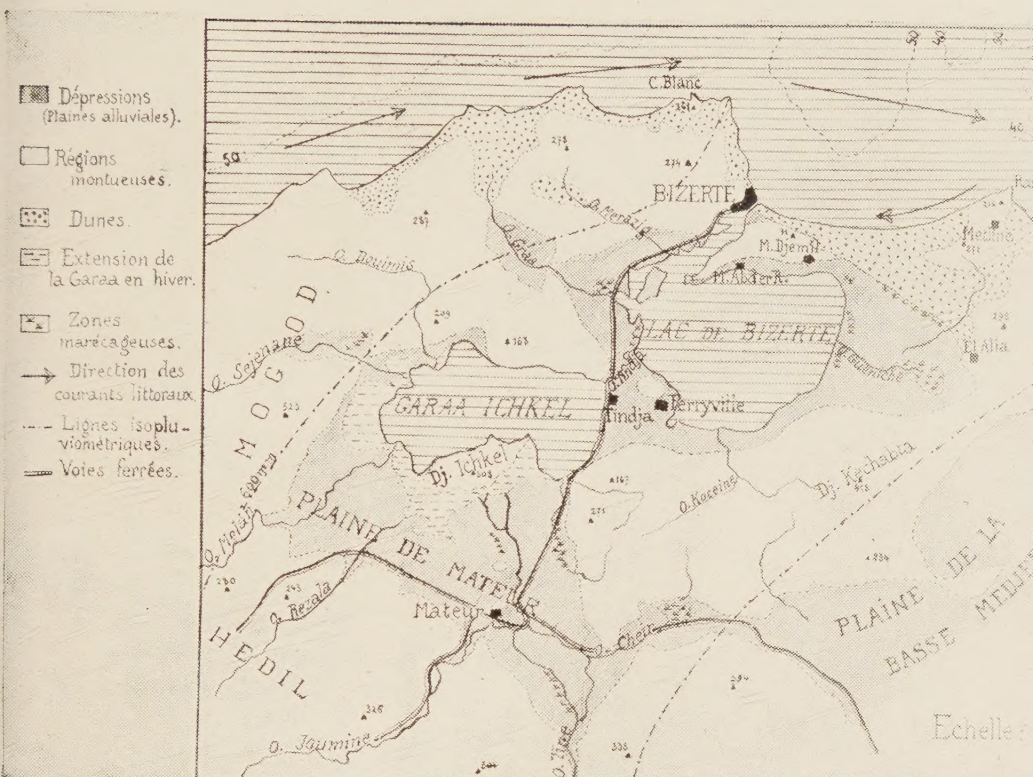


FIG. 1

CARTE D'ENSEMBLE DE LA REGION DES LACS

combinée des courants et des vents dominants de N.O. et d'O., qui attaquent énergiquement les falaises (pl. I, A).

Celles-ci se creusent de petites anses semi-circulaires; leurs strates gréseuses se prolongent par des arêtes rocheuses, des blocs libres et des chaussées érodées par le courant et les vagues. Plus au nord, où les grès glauconieux font place aux argiles jaunes, la plateforme s'élargit en une ample courbe et le recul est plus rapide; on a dû protéger la route de Menzel-Abderrahman par un mur de soutènement.

Par contre, l'envasement peut être considéré comme négligeable. Les baies de la rive septentrionale ne s'envasent que très lentement parce qu'elles ne reçoivent qu'une quantité insignifiante d'eau fluviale. Le fond de la baie de Sebra, isolé par le remblai de la voie ferrée, s'est à demi colmaté; mais partout ailleurs, on peut constater que de très vieux oliviers poussent tout près du bord.

Dans le goulet même, les vases qui peuvent venir du lac ne séjournent pas car le courant les entraîne, maintenant ainsi la profondeur du chenal médian.

Les récentes transformations les plus importantes, dues encore à l'action des vents, se sont produites à l'embouchure; nous les étudierons plus loin (chap. III).

b) *Le lac*, vaste nappe d'eau de 120 km², affecte la forme d'une cornue dont le goulet serait le col: sa longueur d'O. en E. est de 15 km., sa largeur N.S. de 11 km. Elle est séparée de la mer non par un cordon littoral, mais par la presqu'île de Menzel-Djemil dont les sommets s'élèvent à 80 mètres.

Les fonds décroissent régulièrement et assez rapidement jusqu'à 7 mètres. L'isobathe-5, qui court souvent à moins de 300 mètres du rivage, renferme plus des 2/3 de l'étendue lacustre. Le centre est constitué par un fond de faible inclinaison, présentant une zone axiale N.S. où les profondeurs atteignent 10-11 mètres ⁽⁶⁾. Ce fond de cu-

(6) Ces profondeurs ont souvent fait l'objet d'appréciations fantaisistes. Ainsi, jusqu'au XIX^e siècle, les auteurs les font varier entre 10 et 50 toises (G. TEMPLE, 31, I, p. 275; SPRATT, 63, p. 251); plus récemment, PH. THOMAS (65, I, p. 12) affirme qu'elles atteignent 60 mètres.

vette est remblayé par un matelas de vase, tandis que tout autour, en bordure du rivage, s'étend un anneau de fonds sableux, généralement recouverts de mattes (fig. 2).

Les rivages du lac présentent deux types bien distincts. A l'ouest, entre le goulet et l'embouchure de l'oued Tindja, où se déverse l'eau des oueds les plus importants du bassin-versant, l'alluvionnement est rapide; ce littoral très sinueux n'est qu'un delta, ou plutôt une juxtaposition de deltas. Toutes les phases de l'alluvionnement s'y rencontrent, depuis la plaine cultivée jusqu'à la lagune vive recouverte de quelques centimètres d'eau, en passant par le marécage et la lagune morte que les oueds remplissent en hiver. En avant de ce rivage, la plateforme insulaire de Djezira-el-Kebira (la grande île) arrête la plus grande partie des apports terrigènes qui s'entassent dans des lagunes vouées à un colmatage rapide; elle forme en même temps la limite véritable du lac à l'ouest, et protège l'entrée du goulet contre l'alluvionnement.

Partout ailleurs, autour du lac, l'érosion marine se fait sentir plus ou moins fortement, selon la nature du sol et la situation du littoral par rapport aux vents dominants (fig. 2 et pl. I, B).

Alluvionnement et abrasion contribuent ainsi à la régularisation du littoral lacustre. Des formes très différentes correspondent à chacun de ces processus: il suffit de jeter un coup d'œil sur la carte pour se rendre compte que le rivage du lac présente sur ses faces méridionale et orientale la même forme régulière que la baie de Bizerte et toutes celles de la côte algérienne; c'est ce que nous avons appelé ailleurs une *anse intérieure* ⁽⁷⁾.

c) *La Garaa Ichkel*.— L'alluvionnement sur le rivage occidental du lac est bien faible en comparaison de celui que subit la Garaa Ichkel. Les hommes, en l'appelant *garaa* (marécage, lac sans profondeur), ont marqué une opposition : auprès du lac de Bizerte (*El-Bahira*) ⁽⁸⁾, aux eaux profondes, elle n'est en effet qu'un marécage. Sa profondeur moyenne ne dépasse pas 1 mètre; le moindre vent soulève la vase molle et les eaux deviennent toutes jaunes. Dans sa partie

(7) F. BONNIARD, 13, 2^e partie, chap. VII.

(8) *El Bahira* a le sens de lac, petite mer (*el Behar*, la mer).

PLANCHE I

LE LITTORAL LACUSTRE



A : Les rives du goulet. A gauche, falaises gréseuses de la rive S.-E.; au loin, à droite, établissements maritimes sur la rive N.-O., basse



B : L'érosion sur le littoral septentrional du lac

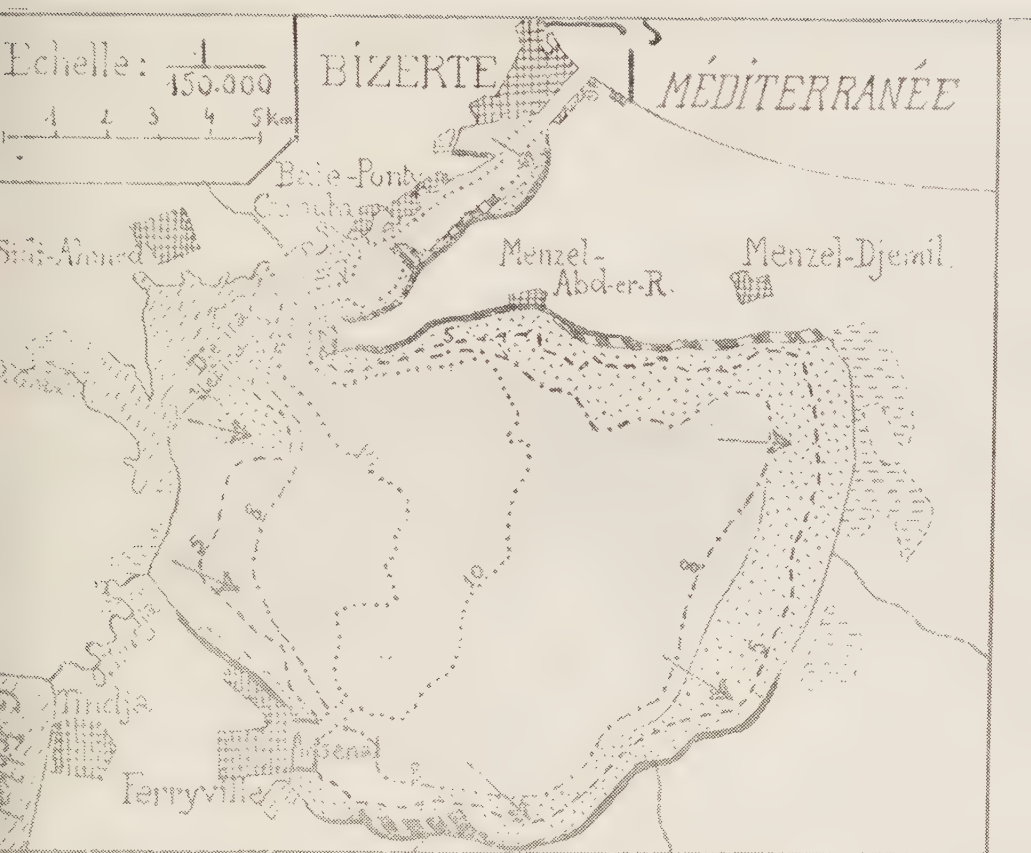


Fig. 2. Le Lac de Bizerte.

--- Isobathe 5.
 - - - " 8
 " 10
 → Direction
 des vagues.

▨ Zones marécageuses
 en hiver.
 ▨ Lagunes vives
 sans profondeur.

▨ Fonds rocheux
 ▨ Fonds sableux
 ▨ Fonds vaseux
 ~ Falaises.

septentrionale, la surface est libre de toute végétation aquatique, tandis qu'au sud et autour du Djebel Ichkel de larges touffes de Scirpes et de Typha forment des ilots de verdure ou bien, en été, sont rattachées à la terre ferme. La Garaa, en somme, n'est plus qu'une lagune vive.

Mais cette lagune a des limites très variables. En hiver, à la faveur d'apports considérables, elle s'étale sur ses rives basses, à l'ouest et au sud. De fortes inondations comme celles de février 1903, s'étendant sur une grande partie de la plaine de Mateur, reproduisent assez exactement l'aspect de la nappe d'eau primitive. En été, au contraire, sa surface se réduit d'un tiers (80 km²) et se réduirait bien davantage si l'oued Tindja ne lui apportait les eaux marines (v. chap. iv).

La vase de ses fonds provient des éléments les plus fins apportés par les cours d'eau qui descendent des grès mogod ou des cantons marno-calcaires des Hedil et des Bjaoua. La surface drainée par ces cours d'eau (2.300 km²) est le plus vaste impluvium de la Tunisie septentrionale, après la Medjerda: les principaux d'entre eux, les oueds Sejenane, Melah, Joumine et Tine pénètrent profondément la région montagneuse, où ils se livrent à une érosion intense dans les formations marneuses. Leurs alluvions sont déposées dans les plaines de leur bassin inférieur, surtout à leurs embouchures, qui forment sur le rivage méridional et occidental de la Garaa une zone d'épannage large de plusieurs kilomètres.

Ce travail de colmatage ne se fait que pendant les sept mois de la saison pluvieuse, tous les oueds étant à sec en été ou ne roulant, comme l'O. Séjenane et l'O. Joumine, qu'un filet d'eau. Mais, d'octobre à avril, les fortes pluies, souvent torrentielles, qui s'abattent sur la région, précipitent l'alluvionnement; la limite d'invasion de la zone marécageuse vers le sud recule chaque année.

La Garaa Ichkel joue un rôle important dans le complexe lacustre : elle constitue un véritable *bassin de décantation* pour les eaux fluviales qui arrivent au lac, débarrassées de la plus grande partie de leurs alluvions. Il en résulte que le lac de Bizerte, qui reçoit les eaux d'un impluvium de 2.700 km², ne recueille directement que les apports terrigènes d'une petite surface de 300 km²; et encore, les tributaires qui les apportent en déposent-ils une bonne partie dans les *sebkha* (lagunes mortes ou vives) de leurs basses vallées.

Cette situation exceptionnelle, qui ne se rencontre nulle part ailleurs sur les côtes de Berbérie, explique l'évolution si différente des deux cuvettes lacustres. En admettant que les deux nappes d'eau se soient étendues avec la même profondeur sur les emplacements recouverts par les alluvions récentes, la Garaa avait primitivement une surface et, par conséquent, un volume double de ceux du lac. Aujourd'hui, les eaux de la première ne représentent plus que le 1/10 de la masse des eaux du second. Le lac, que sa forme et sa situation destinaient à un rapide comblement en est donc heureusement préservé par la Garaa Ichkel, son collecteur d'alluvions.

Goulet, lac et Garaa constituent un système complet dans lequel chacun des trois éléments joue un rôle essentiel. Les deux premiers, profonds, vastes, bien abrités, forment l'un des plus beaux ports qui soient au monde; mais ce port ne serait pas si le marais de l'Ichkel ne lui avait permis de conserver sa profondeur.

A la vérité, il était inexistant au moment de l'occupation française, car l'embouchure du goulet était devenue insuffisante. Le creusement du canal, terminé en 1895, en établissant une communication facile entre les eaux de la Méditerranée et celles du lac, a modifié les conditions hydrographiques du système lacustre.

Avant d'étudier dans quelles mesures se sont produites ces transformations et quelle a été leur influence sur le régime des lacs, il ne nous paraît pas superflu d'essayer de dégager les conditions hydrographiques anciennes, telles qu'elles existaient avant 1895.

CHAPITRE II

LES CONDITIONS HYDROGRAPHIQUES ANCIENNES

1. — L'embouchure du goulet avant 1895

Dans la période récente, l'embouchure du goulet s'était déplacée dans l'espace compris entre les premières pentes du petit massif du Ben-Negro et le pied des croupes gréseuses qui portent la ville indigène.

Cet espace, large de 1.500 mètres, avait été alluvionné sur une profondeur assez considérable ⁽¹⁾. Toutefois, en creusant le canal, on a trouvé la roche en place en divers endroits : grès glauconieux vers l'extrémité extérieure; argiles schisteuses surmontées de conglomérats au droit du transbordeur (emplacement actuel du bac), ce qui laisse supposer que l'érosion avait dû dégager certains obstacles qui embarrassaient l'embouchure.

Mais le plus important de ces obstacles était constitué par les sables. La sortie du goulet se trouve, en effet, au fond de la baie de Bizerte, vers l'emplacement où se déposent les sables apportés par les courants et ceux du littoral nord-ouest qui, poussés par les vents, franchissent la chaîne du Djebel Demna et régularisent rapidement le côté occidental de la baie. Cette lutte entre les sables et le goulet est très ancienne, comme en témoignent les vieilles dunes, recouvertes de terrains d'apports, qu'on trouve sur les flancs de l'henchir Ben-Negro et au bord du canal.

L'ensablement était particulièrement intense dans la zone littorale immédiate, où il menaçait d'obstruer l'embouchure. Au XVIII^e siècle, les galères de course se réfugiaient à vide dans le chenal, et, quand elles sortaient au printemps, elles allaient embarquer leur matériel sur une plage voisine. Au début du XIX^e siècle, le port avait 1 m. 50

(1) En creusant les fondations de la nouvelle municipalité de Bizerte, on a trouvé, à 7 mètres de profondeur, de la vase noire et des algues au-dessus de sable gris.

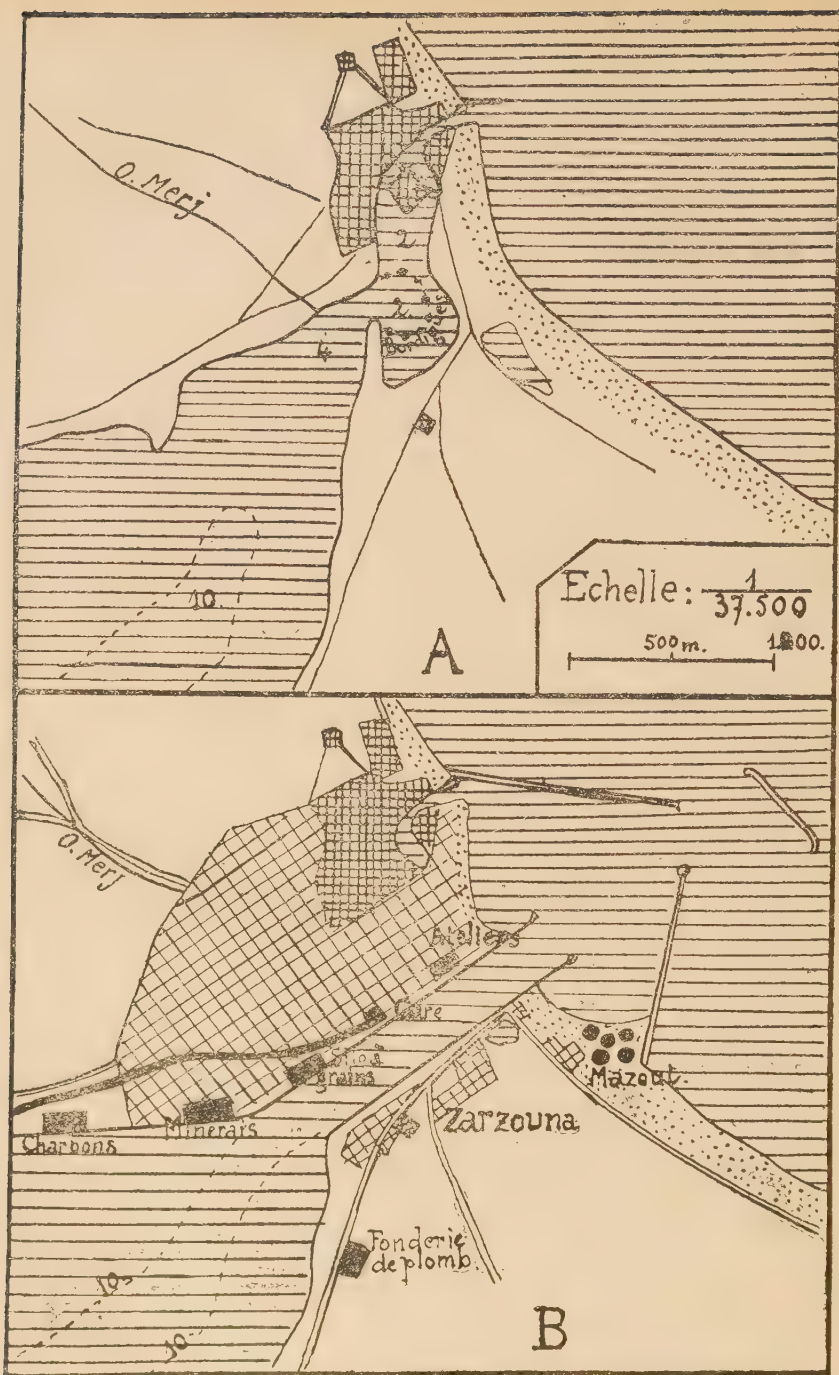


Fig.3. L'embouchure du goulet.
A. Avant 1894 ; B. Actuellement.

Ville indigène ;
 Ville européenne.
 Sables ;
 — piste ;
 == route ;
 — voie ferrée.

de profondeur et ne pouvait recevoir que des barques ⁽²⁾. C'est dans cet état que nous l'avons trouvé en 1881.

Le goulet se rétrécissait en un chenal long de 1.500 mètres, profond de 1 à 3 mètres, communiquant avec la mer par une passe de 28 m. de largeur; en arrière, une île couverte d'habitations divisait le chenal en deux bras d'inégale importance (fig. 3, A), qui donnaient à Bizerte l'aspect d'une petite Venise mauresque. La branche occidentale, l'actuelle place de France, étroite et sans profondeur, avait un pont de pierre et deux passerelles en bois; la branche orientale, large d'une cinquantaine de mètres, formait la darse (le Vieux Port d'aujourd'hui), au bout de laquelle un pont donnait accès à la piste de Tunis (pl. II, A).

Un cordon littoral, en croissance vers le Nord, rejetait l'embouchure tout contre les murailles de la ville et sans l'existence de celle-ci, des vieux quais phéniciens et d'une médiocre jetée, il est probable que la communication eût été intermittente entre le lac et la mer.

Avant d'étudier cette communication, il n'est pas sans intérêt de passer rapidement en revue les conditions météorologiques auxquelles est soumis le système lacustre.

2. — Les apports d'eau douce et les conditions météorologiques

Le volume d'eau douce, qui se déverse dans les lacs, rendait impossible l'obstruction complète de l'embouchure par un cordon dunaire.

Le bassin-versant des lacs couvre une étendue de 2.600 km², à laquelle il convient d'ajouter les 200 km² occupés par les deux nappes d'eau. Le bassin supérieur des tributaires de la Garaa (Oueds Séjenane et Joumine), reçoit bon an mal an 900 $\frac{m}{m}$ de pluie; sur les lacs il tombe un minimum de 500 $\frac{m}{m}$. Nous pouvons admettre, pour l'ensemble du domaine drainé vers les lacs, une moyenne de 650 $\frac{m}{m}$. Quelle portion de cette masse d'eau se déverse dans les lacs ? ⁽³⁾.

(2) FRANK, 25, p. 21.

(3) On a calculé pour le Rhône que le coefficient d'écoulement, c'est-à-dire le rapport entre le débit du fleuve à son embouchure et la quantité annuelle de précipitations tombée sur son bassin, est de 62,5 %. Pour l'étang de Thau, la proportion serait de 70 % (SUDRY, 64, p. 151). Ces chiffres nous paraissent beaucoup trop forts.

En Tunisie septentrionale, les évaluations varient de 1/3 à 2/3 (GINESTOUS, *Bull. de la Direction de l'Agric.*, 1913, p. 342; GOSSELIN, 30^{bis}, p. 586).

En hiver et au commencement du printemps, alors que le sol est gorgé d'eau et l'évaporation plus faible, le coefficient d'écoulement peut atteindre 55 ou 60 %; mais nous verrons (chap. IV) qu'en automne il ne dépasse pas 25 %. Sa moyenne annuelle dans la région lacustre doit osciller autour de 45 %.

Il se déverse ainsi annuellement dans les lacs :

Pluie tombant directement sur la surface lacustre.	100.000.000 m ³
Eau de ruissellement apportée par les oueds ⁽⁴⁾ ..	760.000.000 —
TOTAL.....	860.000.000 m ³

Cela présente une couche d'eau de 1 m. 70 étendue sur toute la dépression lacustre, ou encore une élévation du niveau des lacs de 4 m. 30, en supposant que les rives soient inextensibles. La plus grosse part de cette masse liquide arrive aux lacs en sept mois, du du 1^{er} octobre au 30 avril; mais elle ne se déverse dans la mer que diminuée de l'eau enlevée par l'évaporation.

La vitesse d'évaporation, qui croît avec la température et l'agitation de l'air, et diminue avec la pression atmosphérique et l'état hygrométrique de l'air, est assez considérable à Bizerte; les mesures faites avec l'évaporomètre de Piche y donnent les résultats suivants (hauteur en millimètres de la colonne évaporée) ⁽⁵⁾ :

	HIVER	PRIN- TEMPS	ETE	AUTOMNE	ANNEE
Evaporation quotidienne.	2,9	5,9	7,8	5,5	»
Evaporation totale.....	267	537	704	505	2.013

En réalité, ces chiffres sont inférieurs à ceux que l'on obtiendrait sur une masse d'eau comme celle des lacs, où les facteurs favorables à l'évaporation s'exercent puissamment.

(4) Cette quantité d'eau est égale aux 45/100 de la quantité moyenne annuelle (650 $\frac{m}{m}$) qui tombe sur l'ensemble du bassin-versant (2.600 km²).

(5) GINESTOUS, 28, p. 618.

Pendant la saison pluvieuse, la tranche d'eau douce s'amincit donc d'environ 1 mètre par évaporation, ce qui représente un volume de 240.000.000 de mètres cubes. De l'eau pluviale qui tombe dans les lacs, la mer reçoit ainsi 620.000.000 de mètres cubes, c'est-à-dire un peu moins des $\frac{3}{4}$.

Cette masse énorme exerçait autrefois sur le régime des lacs et des courants une influence déterminante.

3. — Les courants du chenal

En hiver, s'établissait vers la mer un *courant de décharge*, dont la date de formation et la durée dépendaient de l'allure de la pluviosité annuelle. Si l'automne était pluvieux, le courant se formait dès la mi-décembre; dans le cas contraire, il fallait attendre la première ou la seconde semaine de janvier. Les grandes pluies se prolongeaient-elles jusqu'au printemps, le courant de décharge se maintenait jusqu'en avril: les pluies de mars étaient-elles insuffisantes, il cessait avant le 1^{er} avril. Dans les années normales, il durait une centaine de jours, pendant lesquels il jetait à la mer les eaux fluviales que recevait le lac.

Le débit moyen était de 6.200.000 mètres cubes par jour, de 70 mètres cubes par seconde. Etant donné l'étroitesse du chenal (28 m. à la sortie) et sa faible profondeur, la vitesse des eaux dépassait souvent 2 m. seconde et, après les périodes de pluies torrentielles, devait atteindre 3 m. Les eaux débordaient alors et inondaient les magasins riverains: la violence du courant causait parfois des dégâts aux embarcations amarrées.

Au début du printemps, le débit et par conséquent la vitesse du courant se ralentissaient, puis le courant cessait aux heures de haute mer. Enfin, quand le niveau du lac était descendu au-dessous des hautes marées, l'eau de mer rentrait au moment du flux; et les courants du chenal devenaient des *courants de marée*. Ils se maintenaient pendant toute la saison sèche et tout l'automne jusqu'à ce que les grandes pluies de novembre-décembre remplissent la Garaa Ichkeï et élevassent le niveau du lac. Mais l'insuffisance de la communication avec la mer les rendait moins réguliers qu'aujourd'hui. En temps d'été

normal, l'évaporation enlevant à la nappe lacustre 1.500.000 m³ d'eau par jour, le flux était plus rapide et durait plus longtemps que le jusant.

En un pays, où les cours d'eau sont temporaires ou presque à sec en été, ces courants ne manquaient pas de frapper l'imagination des hommes. Tous les voyageurs qui ont visité Bizerte les ont mentionnés, mais tous ne sont pas d'accord sur leurs causes.

Si la plupart des auteurs modernes ont bien vu la cause du courant de décharge ⁽⁶⁾, il en est peu qui semblent avoir saisi le mécanisme des courants alternatifs, que Pline avait cependant observés avec tant d'exactitude ⁽⁷⁾. Certains, comme Barth ou Frank, ont affirmé que de tels courants ne pouvaient avoir lieu ⁽⁸⁾. Les plus nombreux (Shaw, Pellissier, Spratt, Guérin, Tissot) essaient de les expliquer par l'effet de l'évaporation et des vents. Le lieutenant anglais Spratt, dont les observations sont souvent d'une remarquable précision, pense que le mouvement des eaux dans le chenal n'est en aucune façon influencé par la marée, mais semble simplement dû aux vents et aux pluies; pendant les mois d'été, l'entrée et la sortie du courant seraient produites par les brises de terre et de mer ⁽⁹⁾.

Utilisant toutes ces données qui semblent concordantes, E. Reclus écrit dans sa *Géographie Universelle* que la cause du mouvement alternatif dans le chenal de Bizerte est « une rupture d'équilibre provenant des pluies, des courants, des vents, de l'évaporation. D'ordinaire, les vents d'ouest coïncident avec l'entrée du flot, les vents d'est avec la sortie du courant lacustre » ⁽¹⁰⁾.

Les vents (V. chap. III) ayant une influence sur le niveau de la mer,

(6) SHAW, 58, I, p. 180; PELLISSIER, 49, p. 39; SPRATT, 63; GUÉRIN, 34, II, p. 25; TISSOT, 66, I, p. 50; DUNANT, 21, p. 104.

(7) PLINE LE JEUNE, 53, *Epist.* IX, 33 : « Est in Africa Hipponensis Colonia, mari proxima. Adjacet si navigabile stagnum, ex quo, in modum fluminis, aestuarius émergit, quod, vice alterna prout aestus aut repressit, aut impulit, nunc infertur mari, nunc redditur stagno ».

Ces observations, rapportées par Pline le Jeune, avaient été faites en été par Pline l'Ancien (IX, 8).

(8) BARTH, 6, p. 211, note 10. Cet auteur visita Bizerte en mars, c'est-à-dire à une époque où les courants alternatifs n'étaient pas nettement établis. FRANK, 25, p. 16.

(9) SPRATT, 63, pp. 251-256.

(10) E. RECLUS, 56, XI, p. 156.

exerçaient par contre-coup une action sur les courants du chenal; mais cette action ne pouvait être déterminante que dans la période relativement courte qui précédait et suivait l'établissement du courant de décharge: car, à ce moment seulement, l'effet du vent était capable de neutraliser celui de la marée.

La pression atmosphérique qui, dans une certaine mesure, est en relation avec la direction du vent, pouvait aussi, par son action sur le niveau de la mer (v. chap. III), brouiller en été la régularité des courants alternatifs, et même, en hiver, briser le courant de décharge jusqu'à établir une brève période de mortes-caux ⁽¹¹⁾. Mais, ces exceptions mises à part, les courants du chenal étaient des *courants de marée*; il est assez curieux de remarquer que, jusqu'à la fin du siècle dernier, si peu d'observateurs l'ont soupçonné.

4. — Le régime des lacs

En hiver, les apports considérables d'eaux fluviales qui arrêtaient pendant plusieurs mois les mouvements de la marée, maintenaient le niveau du lac plus élevé qu'aujourd'hui. Ce niveau n'était évidemment pas stable : des pluies torrentielles pouvaient le faire monter de deux ou trois décimètres en quelques jours. L'influence de la pression barométrique se faisait sentir aussi: le lac était un baromètre pour les indigènes, une montée des eaux annonçait invariablement la pluie.

Sur le littoral de la presqu'île de Charaa, table gréseuse toute plate, des bassins creusés dans la roche se remplissaient d'eau en hiver; puis, quand la mer se retirait au printemps, l'eau s'évaporait et les riverains recueillaient assez de sel pour leur consommation.

En des années exceptionnellement pluvieuses, le niveau du lac montait de 1 mètre au-dessus du niveau normal; de vieux pêcheurs se souviennent d'avoir vu circuler les poissons entre les broussailles submergées. C'est dans ces hivers que l'eau taillait les vieilles falaises qui se voient encore aujourd'hui près du cimetière de Menzel-Abderhamane ⁽¹²⁾.

(11) SPRATT, 63, p. 254.

(12) F. BONNIARD, 10, p. 573.

La situation en été, pendant tout le temps que dureraient les courants alternatifs, n'était pas tout à fait identique à celle d'aujourd'hui. L'étroite embouchure du chenal ne permettant le passage que d'un volume d'eau réduit (au maximum : 2.000.000 de mètres cubes en 6 heures), qui, au surplus, devait encore servir à compenser les pertes produites par l'évaporation, l'amplitude de la marée ne dépassait pas, dans le lac, quelques centimètres. En été, saison calme, elle était pratiquement insensible. C'est ce fait qu'illustrent les indigènes quand ils prétendent que le niveau du lac s'est élevé depuis le creusement du canal; en réalité, cette exhaussement n'existe qu'à marée haute.

Plus encore que les courants du chenal, ceux de l'*Oued Tindja* ont attiré l'attention des hommes. Leur renversement périodique a été décrit par les voyageurs arabes ⁽¹³⁾ et parfois, de façon assez pittoresque : « ... l'hiver, lorsque les torrents sont enflés, le lac d'eau douce déborde et, se répandant sur le lac salé, en fait hausser le niveau. L'été, au contraire, le niveau du lac doux s'abaisse, et l'eau paraît s'absorber dans la terre. Alors, le lac salé s'isole de l'autre; bien plus, son niveau reste supérieur à l'autre jusqu'à la saison des pluies ». Ce vieil auteur ⁽¹⁴⁾ donne ainsi très exactement l'ensemble du régime lacustre.

Par contre, l'influence de ce régime sur la composition des eaux semble avoir été assez mal connue. De nombreux auteurs arabes du Moyen-Age, qui s'inspirent trop souvent les uns des autres, affirment que chacun des deux lacs se décharge dans l'autre pendant la moitié de l'année « sans que le lac doux soit altéré par le lac salé, ni le lac salé par le lac doux » ⁽¹⁵⁾; « ce qui constitue un phénomène remarquable » ⁽¹⁶⁾. Cette étrange erreur se retrouve chez de bons observateurs modernes, comme Spratt, qui prétend que les eaux de la Garaa Ichkel sont douces, bonnes à boire et considérées par les Arabes comme très saines ⁽¹⁷⁾. Elle ne peut provenir que d'une obser-

(13) EL BEKRI, 7, p. 140; EDRISI, 22, p. 133; *Kitab el Istibqar*, 37, p. 28; ABOULFEDA, 5, II, p. 196.

(14) ABOULFEDA, 5, II, p. 196, d'après le cheick Abd-al-Ouahid.

(15) ABOULFEDA, 5, II, p. 196, d'après Ibn-Saïd.

(16) *Kitab-el-Istibqar*, 37, p. 28.

(17) SPRATT, 63, p. 253.

vation incomplète, faite au moment où les eaux de la Garaa étaient presque douces ⁽¹⁸⁾, ou d'appréciations vagues des indigènes.

En réalité, les variations que subissait la composition des eaux de la Garaa ne différaient guère de celles d'aujourd'hui, qui seront étudiées au chapitre V.

Quant aux eaux du lac, elles voyaient en hiver leur salure diminuer dans de fortes proportions par l'afflux d'un volume d'eau douce égal à leur propre volume, en un temps où elles ne recevaient rien de la mer. Leur degré de salinité qui, à la fin de l'été, était sensiblement celui de la Méditerranée ⁽¹⁹⁾, devait être inférieur à 20 ‰ au début du printemps.

Ainsi, avant 1893, le bassin maritime du lac de Bizerte avait avec la Méditerranée une communication insuffisante qui avait affaibli ses caractères maritimes : salinité réduite par les apports fluviaux, niveau soumis à des oscillations, marées inexistantes pendant trois mois, très faibles pendant le reste de l'année, tous phénomènes qu'on retrouve dans une masse d'eaux marines qui commence à s'isoler ⁽²⁰⁾.

Ces signes évidents de sénilité donnaient alors au lac une grande ressemblance avec l'actuel étang de Berre. Là, comme à Bizerte, il y a 40 ans, s'établit un courant de décharge pendant la saison pluvieuse; les courants de marée de la saison sèche sont compliqués par l'action des vents et de la pression atmosphérique; l'eau de l'étang ne contient que 18 gr. 5 de chlorure de sodium par litre ⁽²¹⁾.

Mais, à l'examen, on découvre entre les deux nappes d'eau des différences essentielles. L'étang de Berre n'a pas de Garaa Ichkel; cela signifie que les alluvions, lui arrivant directement, transforment rapidement une grande partie de son littoral et diminuent le volume de ses eaux. Son goulet, l'étang de Caronte, envasé, l'isole de plus en plus de la mer; tandis qu'à Bizerte, un goulet profond permettait, par simple correction de l'embouchure, de rajeunir le système lacustre et d'en tirer parti.

(18) C'est le cas pour Spratt, qui visita Bizerte au mois de mai.

(19) Dans le golfe de Tunis et au large de Bizerte, la salinité de la Méditerranée varie en surface, entre 37 et 37,5 ‰ en hiver, entre 37,5 et 38 ‰ en été (*Etude des fonds de pêche*, 19, pp. 12, 14, 18; GRUVEL, 32, p. 18).

(20) DE MARTONNE, 45, p. 415.

(21) A. CHEVALLIER, 16.

CHAPITRE III

LES CONDITIONS ACTUELLES : COURANTS DU CHENAL ET DU GOULET

L'idée d'améliorer ou de transformer l'embouchure était déjà ancienne; elle s'imposait d'autant plus que la rade de Bizerte, ouverte aux vents du N. et du N.-E., n'était pas un mouillage sûr.

Au XVIII^e siècle, les savants français Peyssonnel, vers 1724, Desfontaines, 60 ans plus tard, affirmaient que Bizerte, pourrait recevoir de gros bâtiments si l'entrée en était creusée, et que ce port serait aussi sûr que celui de Marseille ⁽¹⁾. Vers le milieu du XIX^e siècle, Barth constate avec regret que le lac spacieux, profond, « capable de recevoir des flottes immenses », est inaccessible à cause de l'état du chenal ⁽²⁾. A la même époque, Pellissier, un des meilleurs observateurs français en Tunisie avant l'occupation, pense qu'il serait relativement facile de faire de Bizerte une importante position maritime; il ajoute : « Je tiens d'un officier supérieur de la marine royale d'Angleterre, qui visita il y a une dizaine d'années cette localité et qui l'étudia en homme du métier, que les travaux à faire n'exigeraient pas de très grands frais » ⁽³⁾. Cet officier anglais était Spratt, futur amiral; il était venu à Bizerte en 1845 et avait fait paraître dans le *Journal of the Royal Geographical Society of London* un mémoire sur les lacs qui présente encore aujourd'hui un certain intérêt ⁽⁴⁾.

L'occupation française mit la question au premier rang des grands problèmes nationaux et après dix ans d'attente, justifiée par l'attitude de l'Angleterre et de l'Italie ⁽⁵⁾, le nouveau chenal fut creusé de 1891 à 1895.

.) PEYSSONNEL et DESFONTAINES, 50, I, p. 240; II, p. 90.

(2) BARTH, 6, p. 202.

(3) PELLISSIER, 49, p. 39.

(4) SPRATT, 63, pp. 251 à 256.

(5) F. BONNIARD, 13, 6^e partie, chap. II.

Ce chenal unit directement l'axe profond du goulet à la mer, à travers les dunes anciennes et le cordon littoral d'un isthme sableux large de 1 kilomètre (fig. 3). L'embouchure ensablée fut en grande partie comblée pour former l'emplacement de la ville européenne; ce qu'il en reste constitue le Vieux-Port, réservé aux barques de pêche.

Le chenal, au début, avait 1.500 mètres de long, 100 de large à la ligne d'eau, 64 mètres au plafond, 9 m. 50 de profondeur. Plus tard, ces dimensions furent considérablement accrues : largeur portée à 240 mètres en surface, 200 mètres au plafond, profondeur portée à 10 mètres; dragage sur 2.400 mètres. L'entrée fut protégée contre l'ensablement par deux longues jetées et une puissante digue (fig. 3 B).

Dès lors, le lac de Bizerte communiquait avec la mer par une embouchure dont la section était 50 fois plus vaste que celle de l'ancien chenal. Une telle transformation ne pouvait manquer d'avoir une influence immédiate sur le régime des courants, que nous étudierons après avoir déterminé les causes de ces courants.

1. — Causes des courants

Les *courants alternatifs* du chenal et du goulet sont la conséquence de la dénivellation, due à la marée, qui s'établit quatre fois par jour entre les eaux du lac et celles de la Méditerranée.

Le niveau moyen de la marée basse ⁽⁶⁾ est, en toutes saisons, plus élevé à Bizerte qu'au fond du lac; celui de la marée haute, au contraire, est nettement plus élevé à Sidi-Abdallah en été et en automne, légèrement inférieur en hiver et au printemps. Il en résulte que le niveau de la mer (46 cm. 7) l'emporte sur celui du lac (44 cm. 7) pour l'ensemble de l'année, comme le montre le tableau ci-après.

(6) L'étude de la marée à Bizerte et dans le lac a été faite sur les courbes marégraphiques de Bizerte et de Sidi-Abdallah, de décembre 1925 à avril 1927.

PLANCHE II

LES TRANSFORMATIONS DE BIZERTE



A : Bizerte en 1881 : Un des anciens chenaux dans la ville indigène



B : Bizerte en 1930 : Le nouveau chenal entre la ville européenne et le faubourg de Zarzouna. A quai, un vapeur de 18.000 tonnes.

**Tableau des niveaux moyens et des amplitudes moyennes
de la marée à Bizerte et à Sidi-Abdallah**

	NIVEAU MOYEN de la marée basse	NIVEAU MOYEN de la marée haute	NIVEAU MOYEN	AMPLI- TUDE MOYENNE
Bizerte				
Hiver.....	42,7	59	50,8	16,3
Printemps.....	36,5	52,8	44,7	16,3
Eté.....	36,2	49,7	43	13,5
Automne.....	42,5	54,5	48,5	12
Année.....	39,5	54	46,7	14,5
Sidi-Abdallah				
Hiver.....	35,1	57,7	46,4	22,6
Printemps.....	29,4	50,5	40	21,1
Eté.....	32,1	53,9	43	21,8
Automne.....	39	59,4	49,2	20,4
Année.....	34	55,4	44,7	21,5

Les niveaux extrêmes atteignent rarement 0 et ne dépassent jamais 90 cm. Dans la période qui nous occupe, le marégraphe de Bizerte enregistra comme extrêmes 4 cm. et 85 cm.; celui de Sidi-Abdallah 4 cm. et 86 cm.

D'ailleurs, le niveau de la mer varie avec la pression barométrique (fig. 4) : une différence de pression de 10 $\frac{\text{mm}}{\text{m}}$ correspond ordinairement à une différence de niveau d'une quinzaine de centimètres. Quand une dépression passe sur la région, l'élévation du niveau de l'eau est très sensible sur les rivages du lac, particulièrement au fond des baies.

Mais un examen sommaire des courbes marégraphiques montre que le niveau de la mer et la pression barométrique ne varient pas toujours dans le même rapport. Ainsi, du 25 au 28 novembre et du 27

au 30 décembre 1926, deux périodes de 4 jours ⁽⁷⁾ pendant lesquelles la pression resta à peu près identique, les niveaux de la mer furent très différents.

	PRESSION	NIVEAU MAXIMA DE LA HAUTE MER		VENTS DOMINANTS
		à Bizerte	à Sidi- Abdallah	
Du 25 au 28 novembre..	de 760 à 765	70 cm.	73 cm.	N.O. parfois violent.
Du 27 au 30 décembre..	de 760 à 765	54 cm.	65 cm.	S.O.

Une différence aussi considérable ne peut être que l'effet des vents. Le vent de S.-O., chassant l'eau vers le large abaisse le niveau sur le littoral comme au fond du lac; le N.-O., a une action contraire, d'autant plus considérable que ce vent souffle dans la direction du courant de surface qui passe devant Bizerte ⁽⁸⁾. C'est un fait d'observation constante dans l'hémisphère Nord ⁽⁹⁾ et en particulier en Méditerranée ⁽¹⁰⁾.

En raison de la fréquence des dépressions en Tunisie septentrionale et dans la région interméditerranéenne ⁽¹¹⁾, il n'est guère possible d'établir une règle absolument sûre dans les relations entre la pression barométrique et les vents; on remarque, cependant, que par vent d'O. ou de N.-O., la pression tend à baisser; elle diminue régulièrement quand souffle le sirocco, en été; par contre, il n'est pas rare qu'elle se maintienne élevée avec le N.-E.

(7) Choiesies l'une et l'autre dans la même phase lunaire, autour du D.Q.

(8) Ce courant de surface porte vers l'E. avec une vitesse variable, au moins égale à un nœud. Ce que certains auteurs (GRUVEL, 32, p. 14) ont pris pour un courant général d'E. en O. est un contre-courant, très sensible dans la baie de Bizerte, vers le fond de laquelle il se dirige après avoir heurté le haut-fond des Cani (fig. 1).

(9) H. MOHN, *The North Ocean, its Depths, Temperature and Circulation*, t. XVIII, p. 117 et suivantes.

(10) *Exploration scientifique de l'Algérie*. Physique générale I; SUDRY, 64, p. 160.

(11) F. BONNIARD, 13, 3^e partie, chap. I.

En somme, le régime des vents exerce sur le niveau de la mer une influence prédominante. Dans les périodes de fort vent d'O. ou de N.O., l'effet des basses pressions se conjugue avec le refoulement des eaux vers la côte, et le niveau atteindra son maximum; il se maintiendra bas si, en même temps que le N.-E., qui souffle dans la direction contraire au courant littoral, s'établissent des hautes pressions.

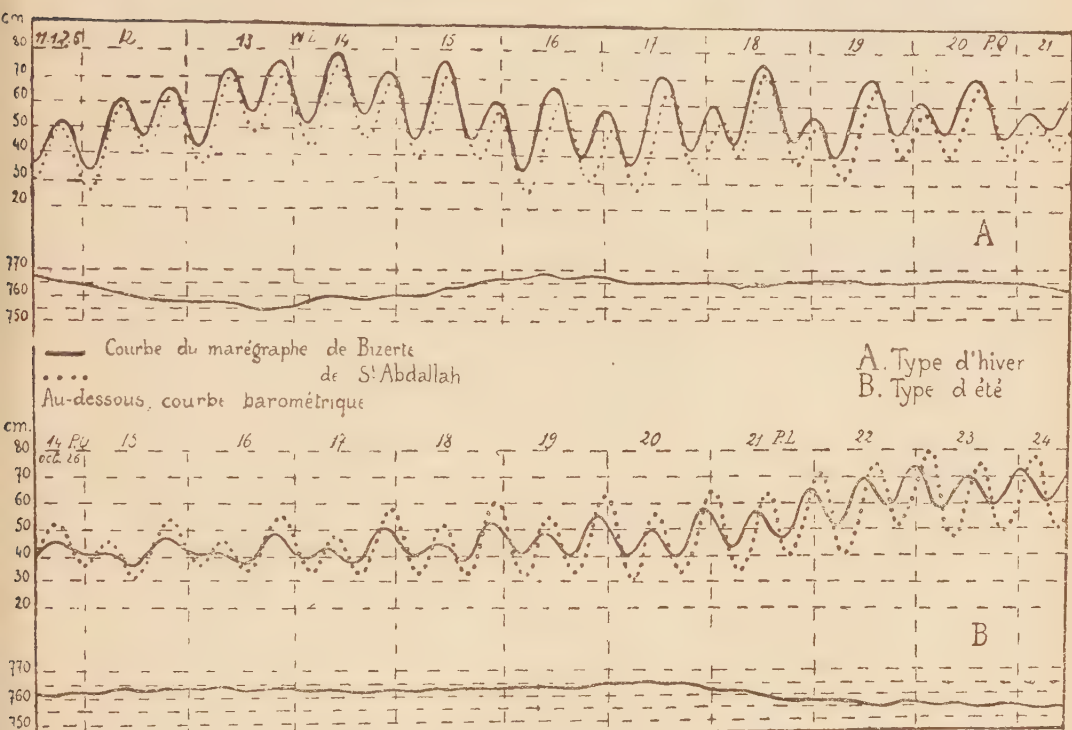


Fig 4 Le régime des marées à Bizerte et à Sidi-Abdallah

FIG. 4

Les vents des secteurs O. et N.-O. soufflent fréquemment en hiver (un jour sur deux, parfois deux jours sur trois); c'est en hiver que le niveau à Bizerte et au fond du lac est le plus élevé.

Ces variations du niveau de la mer, suivant la pression et la direction des vents, n'exercent pas toujours une action immédiate sur les courants du goulet. Leur influence n'est visible que lorsqu'elles se

produisent brusquement : une baisse barométrique soudaine activera le courant de flot, tandis que l'établissement rapide d'une forte pression précipitera le jusant. Mais alors entre en ligne de compte un nouvel élément : *l'amplitude de la marée*.

A Bizerte, l'amplitude de la marée n'est jamais considérable; les chiffres extrêmes sont 0 et 35 centimètres sur le littoral maritime, 5 et 40 centimètres au fond du lac. La valeur de l'oscillation varie, d'ailleurs, d'un moment à l'autre et de Bizerte à Sidi-Abdallah. Elle est en toute saison plus forte ici que là, et la différence, plus accentuée en été et en automne, peut atteindre 8 centimètres aux marées de syzygies, 10 centimètres à celles des quadratures.

Amplitude moyenne de la marée

M. Amplitude moy. de l'oscillation max. (en cm.)

m. Amplitude moy. de l'oscillation min.

	Bizerte		Sidi-Abdallah	
	m.	M.	m.	M.
Hiver.....	6,3	28	11	32,5
Printemps.....	5,8	25,7	12,2	31
Été.....	6	21,7	14	30
Automne.....	4,3	18,3	12,7	28,7
Année.....	5,6	23,4	12,50	30,5

Le fait le plus caractéristique est donc la différence d'amplitude de la marée à l'embouchure du goulet et au fond du lac. Une des oscillations diurnes des quadratures peut être nulle à Bizerte, elle est toujours sensible à Sidi-Abdallah. En général, les maxima et minima de la courbe marégraphique de Bizerte sont intérieurs à ceux de l'autre courbe, ce qui est régulier ⁽¹²⁾ et contribue à donner

(12) DE MARTONNE, 45, p. 402. « Dans les golfes, il y a généralement retard progressif de la pleine mer et augmentation de l'amplitude au fur et à mesure qu'on avance vers le fond du cul-de-sac »,

au lac actuel le caractère d'un golfe marin. Cette allure des courbes marégraphiques est la règle de mai à octobre, et permet de distinguer un *type d'été* (fig. 4, B). En hiver et au printemps, il arrive, au contraire, que les maxima et minima de la mer sont supérieurs à ceux du lac (fig. 4, A).

Ces faits, nous l'avons vu, dépendent des vents, lesquels apportent encore des perturbations dans l'heure de la marée. L'avance de Bizerte, qui est en moyenne de 1 heure ou 1 h. 1/2, peut atteindre 3 heures sous l'influence des vents de N.O. (fig. 4, B); par contre, quand soufflent les vents de N.-E., elle disparaît ou même se transforme en retard.

En dernière analyse, c'est bien la marée qui détermine toujours les courants du chenal et du goulet. Mais le niveau et l'amplitude de la marée, dépendant eux-mêmes de multiples éléments, sont très variables. Leur variabilité se fait évidemment sentir sur le régime des courants.

2. — Le régime des courants

La vitesse des courants dépend de nombreux facteurs dont les principaux sont l'amplitude des marées et la direction des vents. Plus l'amplitude est considérable, plus volumineuse est la tranche d'eau qui rentre ou sort, et, par conséquent, plus le courant doit être rapide.

La masse d'eau, qui passe par le chenal, étant proportionnelle à la valeur de l'oscillation, on peut admettre, toutes choses égales d'ailleurs, que la vitesse du courant est aussi proportionnelle à l'amplitude.

Or, celle-ci est essentiellement instable : aux syzygies, elle est en moyenne trois ou quatre fois plus forte qu'aux quadratures; les marées diurnes, surtout aux quadratures, sont souvent très inégales (fig. 4). Enfin, la différence d'amplitude entre la mer et le fond du lac apporte à la vitesse des courants du chenal un nouvel élément de complexité.

La vitesse du courant varie donc d'une marée à l'autre; elle varie aussi des passes de l'avant-port vers le goulet. Modérée dans l'avant-port, au début du flux, elle atteint son maximum vers l'entrée du

canal, environ trois heures après l'établissement du courant; puis elle va s'affaiblissant vers la baie de Sebra. Le maximum dépasse 3 milles (1 m. 50 seconde) par vent contraire, dans l'axe du chenal; il atteint 4 milles par temps calme ou vent arrière.

Les vents dominants d'O. et N.-O. infléchissent le courant vers la rive Sud-Est (fig. 5).

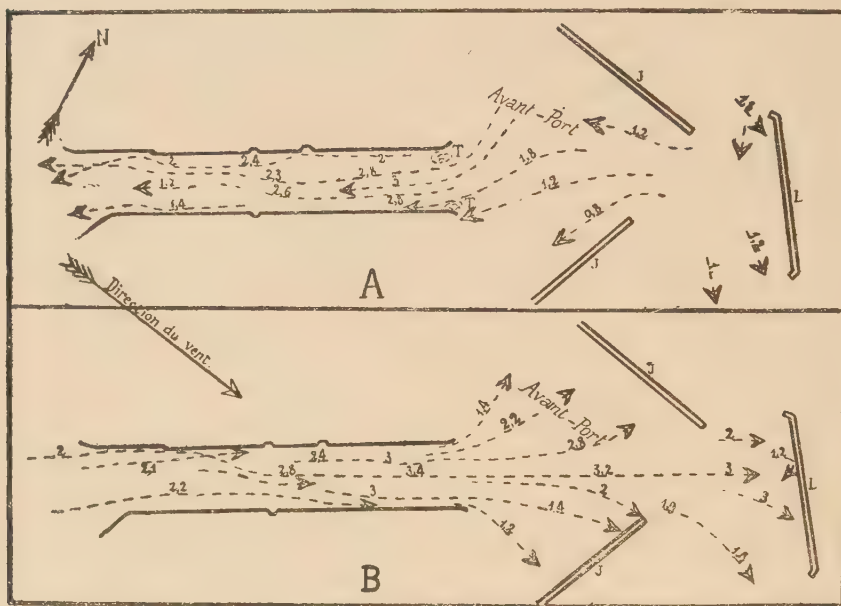


FIG. 5

LES COURANTS DU CHENAL

A : Courants de flot.

B : Courants de jusant.

Observations faites lors des fortes marées du 12 au 14 mars 1906. Les chiffres indiquent les vitesses maxima en nœuds au même moment.

T : tourbillons; J : jetées; L : brise-lames.

Le *courant de flot* entre par les deux passes, mais par vent du N.-O., ou de l'O. il se complique d'un courant superficiel qui va de la passe nord vers la passe est.

L'eau se répand dans l'avant-port avec une vitesse réduite (inférieure à 1 mille 8). Puis elle se précipite obliquement dans le chenal, formant deux tourbillons autour de petites régions de calmes, à l'abri des cavaliers (fig. 5, A). Dans le chenal, toute la masse d'eau

est en mouvement, tandis que plus loin, dans le goulet, le courant n'est plus sensible que dans la partie médiane, la plus profonde. Vers les rives, il heurte les pointes et les seuils et donne lieu dans les baies du pourtour à un contre-courant qui les contourne (baie de Sebra).

Le *courant de jusant*, déjà canalisé par le goulet, arrive dans le chenal parallèlement à l'axe de celui-ci, mais, comme le flot, il n'atteint son maximum de vitesse que vers la sortie. Il se ramifie en éventail dans l'avant-port, tandis que le gros de la veine liquide, conservant une grande vitesse, vient buter contre le brise-lames et sort par les passes (fig. 5, B).

Ces courants sont en général réguliers; toutefois, l'action des vents influe sur la durée respective du flot et du jusant : ainsi, par vent du S.-O et de l'O. on a 7 heures de jusant contre 5 heures de flot. Le contraire se produit par vent du N.-O. ou du N.-N.-O. qui maintient élevé le niveau de la mer. En temps ordinaire, le renversement du courant se fait après un étale de 20 minutes.

3. — Les effets des courants

Les courants alternatifs exercent leur effet non seulement sur le goulet et le port de Bizerte, mais aussi sur les eaux du lac.

Grâce à eux, le goulet a l'aspect d'un large fleuve poussant ses eaux, toutes les six heures, tantôt dans un sens tantôt dans l'autre. Les marins de tous les temps ne lui ont pas donné d'autre nom; pour les navigateurs anciens, c'était un *flumen*; les Arabes l'appellent *oued*, les marins de Charles-Quint le nommaient *rio* et les pêcheurs italiens *fiume* ⁽¹³⁾.

La vitesse du courant, qui s'accélère dans le chenal, oblige les bateaux à manœuvrer par courant debout pour se mettre à quai. Par contre, les baies du goulet sont des régions calmes; les établissements de la Marine Nationale y trouvent des endroits éminemment favorables (hydravions, sous-marins, torpilleurs); le port de commerce

(13) F. BONNIARD, 9, p. 571.

profite largement de la baie de Sebra où se sont installées de grandes entreprises privées (charbons et minerais).

La disposition des ouvrages de l'avant-port a écarté le danger d'ensablement rapide qui avait rendu inutilisable le Vieux-Port de Bizerte. Cependant, les sables se déposent lentement au centre des tourbillons

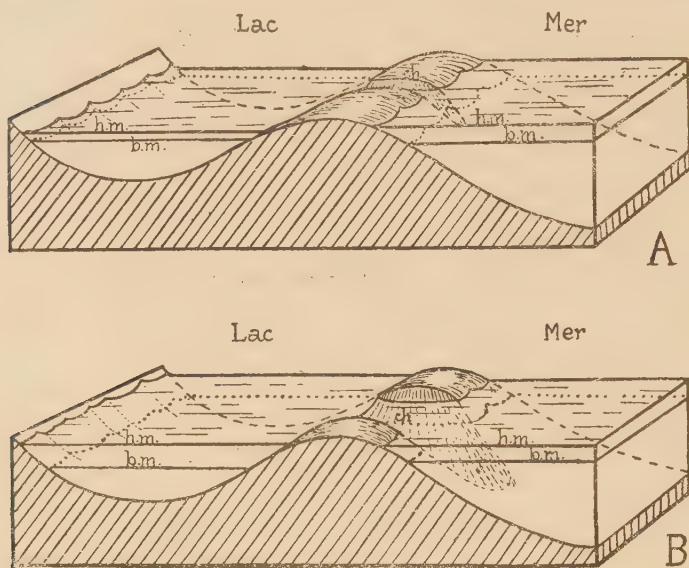


FIG. 6

INFLUENCE DES DIMENSIONS DU CHENAL
SUR LES VARIATIONS DU NIVEAU DU LAC (schéma)

A : Régime d'été avant 1894 (chenal étroit, sans profondeur); les niveaux du lac sont intérieurs par rapport à ceux de la mer.

B : Régime moyen actuel : les niveaux encadrent ceux de la mer.

ch. : chenal; h.m. : niveau moyen de la haute mer; b.m. : niveau moyen de la basse mer.

que dessinent les courants du flot dans l'avant-port et vers l'extrémité des cavaliers. En 1925, le cuirassé *Bretagne* toucha un de ces dépôts que la brèche, ouverte en 1915 dans le brise-lames, avait contribué à former ⁽¹⁴⁾.

A son arrivée dans le lac, le courant de flot s'étale, puis disparaît au sein de la masse lacustre, à laquelle il apporte en moyenne 30 millions de mètres cubes d'eau à chaque marée, 60 millions toutes les

(14) F. BONNIARD, 9, p. 570.

24 heures. Cet énorme volume, qui, théoriquement, renouvelle l'eau du lac tous les dix jours, neutralise aisément les rapports beaucoup plus faibles de l'Oued Tindja; il rend l'eau du lac semblable à celle de la mer voisine : même densité, même salinité, température à peu près égale. Le niveau est variable comme celui de la mer; plus élevé en hiver (v. précédemment), il permet l'ennoyage des lagunes du pourtour (*sebkha*) qui s'assèchent de nouveau chaque été. Le phénomène est moins accusé qu'autrefois (Cf. chap. II), mais il n'a plus la même cause (fig. 6).

Le lac ne possède pas de courants réguliers. Les seuls déplacements d'eau observables sont des mouvements superficiels provoqués par les vents ou de faibles courants de marée. En hiver, au moment des crues, le courant de l'Oued Tindja reste visible jusqu'à la hauteur de la Djezira Kebira; mais, le plus souvent, les vents d'O. et de N.-O. le dévient dès la sortie de l'oued et l'effacent.

Le creusement du canal a donc apporté de profondes modifications : d'une part aux courants du goulet, qui ne sont plus que des courants alternatifs de marée; d'autre part aux variations de niveau du lac, et à la composition de ses eaux. L'influence des apports d'eau douce, aujourd'hui pratiquement nulle, a été remplacée par celle de la marée; les niveaux du lac, à marée haute et à marée basse, encadrent ceux de la mer, au lieu de leur être inférieurs comme autrefois (fig. 6).

En définitive, *le goulet est devenu une passe maritime, le lac une annexe de la mer.*

CHAPITRE IV

LES CONDITIONS ACTUELLES (SUITE) :

GARAA ICHKEL ET OUED TINDJA

Si la création d'une nouvelle embouchure a transformé les conditions anciennes du goulet et du lac, elle n'a pas eu d'action sur le régime des deux autres éléments du système lacustre, qui restent soumis aux mêmes conditions qu'autrefois.

1. — Le régime de la Garaa Ichkel

Chaque année, après les pluies de printemps, le niveau de la Garaa Ichkel descend au niveau du lac, puis au-dessous. L'Oued Tindja lui apporte alors l'eau marine du lac (en moyenne 500.000 mètres cubes par jour au gros de l'été), ce qui évite à la Garaa de subir le sort de ses congénères, la Sebkhâ Sedjourni et la Garaa Sejenane, lesquelles s'assèchent dès la fin du printemps. Son plan d'eau se maintient aux environs de 0 m. 20, niveau inférieur à celui des basses marées d'été (0 m. 32).

Le niveau de la Garaa commence à baisser quand la tranche de pluie, qui tombe sur l'ensemble du bassin-versant, ne suffit plus à compenser la masse d'eau qui s'écoule par l'Oued Tindja ou qui se perd par évaporation. Au printemps, la quantité mensuelle minima de précipitations, nécessaire pour maintenir le niveau de la Garaa au-dessus des plus hautes marées, est d'environ 50 $\frac{m}{m}$ ⁽¹⁾. Or, si les pluies d'avril dépassent souvent ce chiffre, celles de mai ne l'atteignent pour ainsi dire jamais.

La répartition des pluies de printemps exerce donc une action déterminante sur la baisse des eaux de la Garaa : en 1925, malgré un

(1) Ecoulement journalier moyen de l'O. Tindja: 1.500.000 m³; évaporation moyenne journalière : 500.000 m³. Le niveau ne peut se maintenir que par un total mensuel de 60.000.000 de m³ d'apports fluviaux, lesquels représentent la moitié de la quantité de pluie qui tombe sur le bassin-versant. Celle-ci doit donc être en moyenne de 120.000.000 : 2.300.000.000 = 0 m. 052 par mois

hiver déficitaire, les fortes précipitations qui tombèrent en mai sur les Hedil et les Mogod retardèrent la baisse jusqu'à la fin du mois, tandis qu'en 1927, un printemps sec, succédant à un hiver pluvieux, précipita ce mouvement dès le début d'avril.

L'abaissement du niveau de la Garaa entraîne le retrait des eaux, qui se fait très inégalement sur tout le pourtour. Le long du littoral septentrional élevé, il ne dépasse pas quelques dizaines de mètres; à l'est il ne s'étend guère au-delà de 50 à 100 mètres; sur les autres côtés, il est considérable, pouvant atteindre 2 et 3 kilomètres entre les deltas des grands oueds. Le retrait maximum a lieu en septembre; toutefois, par un automne sec, l'évaporation accentue encore le mouvement : en 1926, la zone découverte devant Tindja avait une largeur de 300 mètres, deux fois plus qu'en temps normal.

Pour que la Garaa envoie ses eaux dans le lac, il faut que son niveau d'été s'élève d'environ un mètre, c'est-à-dire qu'elle reçoive 100 millions de mètres cubes d'eaux pluviales. La condition ne se trouve remplie que lorsque le bassin-versant a reçu lui-même une moyenne de 200 $\frac{m}{m}$ de pluie, soit 300 sur les Mogod, 250 sur les Hedil, 150 dans les régions basses, ce qui représente un volume total de précipitations de 460 millions de mètres cubes ⁽²⁾.

La faiblesse relative du coefficient d'écoulement automnal, due à l'extrême sécheresse du sol et de l'atmosphère, fait que, dans la règle, les pluies d'automne (moyenne pour la région : 180 $\frac{m}{m}$) ne suffisent pas à remplir la Garaa. Seuls, les automnes très pluvieux (1925, 1928) atteignent ce résultat: quand l'automne est franchement sec (1921, 1922), il faut attendre les précipitations de janvier; en général, ce sont les grandes pluies de décembre qui permettent aux eaux de la Garaa de se déverser dans le lac (v. ci-dessous, § 2).

L'avance des eaux autour de la Garaa commence vers la fin d'octobre, mais ce n'est qu'en janvier-février que leur niveau (1 m. 20 au-dessus des basses eaux) et leur extension (120 kilomètres carrés) sont portés à leur maximum. Elles s'étendent alors sur la plaine de Mateur,

(2) Ces données permettent de calculer le *quotient d'écoulement* en automne. Si l'on tient compte de l'eau perdue par évaporation, dans la Garaa, aux dépens des eaux d'apport (vitesse quotidienne moyenne de l'évaporation en automne : 5 $\frac{m}{m}$ 5), on remarque que le rapport entre le volume des précipitations et le volume d'eau reçu par la Garaa est d'environ 4 à 1.

font du Djebel Ichkel une île; parfois, comme en 1903 et 1910, elles inondent les récoltes.

Au cours de la saison pluvieuse, les limites de la Garaa subissent des oscillations. Il suffit, en effet, d'une forte pluie sur la région pour faire avancer l'eau de quelques dizaines de mètres; un jour ou deux après, elle revient à sa place.

Ainsi, le régime de la Garaa Ichkel est dans une étroite dépendance du régime pluviométrique. Il varie d'une année à l'autre, suivant l'abondance des précipitations et leur répartition. Les pluies des années 1924-1925 et 1925-1926, également déficitaires à cause de l'hiver sec, ont exercé sur les eaux de la Garaa une action opposée. Les premières, abondantes au printemps, ont prolongé la période de remplissage, que la sécheresse des deux saisons précédentes avait retardée jusqu'en février. Au contraire, les fortes pluies de l'automne 1925 ont hâté le remplissage, mais la réserve d'hiver faisant défaut, un printemps normal n'a pu maintenir le niveau qui, dès le début de mai, était inférieur à celui du lac.

Ces oscillations ont évidemment une répercussion directe sur le régime de l'Oued Tindja.

2. — Les courants de l'Oued Tindja

L'oued Tindja est un fossé sinueux, large d'une vingtaine de mètres, mesurant d'une extrémité à l'autre 2 km. 750, le double en suivant les néandres. Ce fossé est creusé dans un ample sillon que l'oued a déblayé dans la terrasse de quaternaire marin et qu'il recouvre souvent en hiver, au moment des hautes eaux.

La pente de l'oued est nulle; le courant est causé par la différence de niveau entre les eaux du lac de Bizerte et celles de la Garaa. Quand celle-ci, chaque année, en avril ou en mai, descend au niveau de celui-là, le courant de l'oued traverse une *période de flottement*, pendant laquelle la direction est indécise. Puis, l'évaporation abaissant continuellement le plan d'eau de la Garaa, l'équilibre est maintenu par l'afflux des eaux marines du lac qui coulent vers l'Ichkel jusqu'au début de l'hiver. A partir de cette époque, les eaux fluviales font re-

monter le niveau de la Garaa, le courant de l'oued Tindja se renverse, et, pendant toute la saison pluvieuse roule avec force vers le lac.

Ce renversement du courant ne se fait pas à époque fixe; il est étroitement lié au remplissage de la Garaa, c'est-à-dire, comme nous venons de l'indiquer, au régime pluviométrique. Le renversement d'automne peut avoir lieu dès la fin de novembre si l'automne a été particulièrement pluvieux; fin décembre, début de janvier s'il a été normal; fin janvier et même début de février si décembre, succédant à un automne sec, a des précipitations déficitaires. De la même façon, le renversement de printemps peut varier entre la mi-avril et la fin de mai, selon la pluviosité du printemps.

Date du renversement du courant de l'Oued Tindja (période 1921-1930)

ANNEES	VERS LE LAC		VERS LA GARAÀ		TEMPS PENDANT lequel la Garaa se déverse dans le lac
	PLUVIOMÉ- TRIE de l'automne	DATE du renver- sement	PLUVIOMÉ- TRIE du printemps	DATE du renver- sement	
1921-22.....	très déficit.	début janv.	très déficit.	fin avril	3 mois 1/2
1922-23.....	très déficit. (déc. sec)	mi-janvier	normal	mi-avril	3 mois
1923-24.....	déficitaire (déc. très pl.)	fin déc.	déficitaire	mi-mai	4 mois 1/2
1924-25.....	déficitaire (hiver sec)	février	pluvieux	fin mai	4 mois
1925-26.....	pluvieux	fin nov. (2bis)	normal	début mai	5 mois (2bis)
1926-27.....	très déficit. (déc. pluv.)	mi-janvier	très déficit.	mi-avril	3 mois
1927-28.....	normal	mi-déc.	très pluv.	fin mai	5 mois 1/2
1928-29.....	pluvieux	fin nov.	normal	mi-mai	5 mois 1/2
1929-30.....	déficitaire	fin déc.	normal	mi-mai	4 mois 1/2

(2bis) Mais l'hiver sec qui a suivi n'a pas suffi à l'alimentation de l'oued Tindja, qui a subi une longue période de flottement. Le renversement définitif ne s'est fait qu'au début de février et le courant vers le lac n'a duré en réalité que 3 mois 1/2 (fig. 8, B).

La période de flottement est plus ou moins longue : une forte pluie en décembre ou janvier suffit à renverser le courant en quelques jours; parfois, au contraire, le phénomène peut se prolonger pendant plusieurs semaines. En 1924-25, un automne et un mois de décembre normaux avaient rempli la Garaa, mais un mois de janvier exceptionnellement sec retarda jusqu'au début de février le renversement du courant.

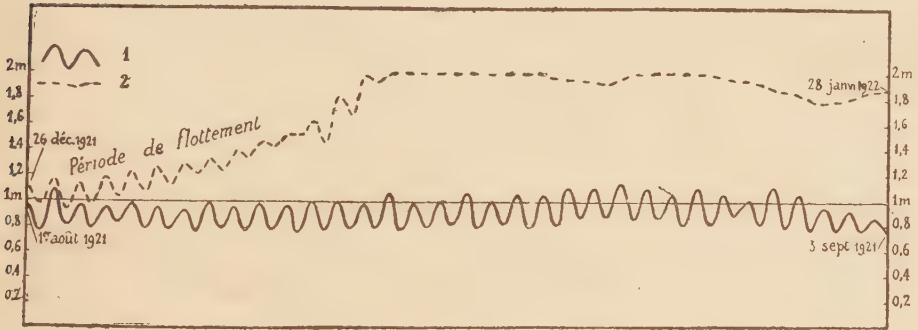


FIG. 7

REGIME DES COURANTS DE L'OUED TINDJA

1 : Régime d'été; courant vers la Garaa, niveau soumis à l'influence de la marée.

2 : Régime d'hiver; après une période de flottement, le courant s'établit vers le lac, l'Oued Tindja a un régime régulier influencé par les pluies.

(Courbes établies pour une période de 34 jours chacune, d'après les observations faites en 1921-1922).

La période pendant laquelle la Garaa se déverse dans le lac a donc une durée très variable, de trois mois à six mois, qui dépend de l'abondance des pluies d'automne et de printemps; son maximum correspond toujours à un automne et à des mois de mars et d'avril pluvieux.

Durant les deux périodes de flottement, le niveau de l'oued et, par conséquent, le sens de son courant sont influencés par la marée; l'oued coule alors tantôt vers la Garaa, tantôt vers le lac, selon le niveau essentiellement variable de ce dernier. Ces périodes de flottement, qui présentent même des temps d'égale au moment du renversement de la marée ou aux faibles marées des quadratures, sont favo-

rables au dépôt de vases dans le lit de l'oued ⁽³⁾. Le courant ne s'établit définitivement que lorsque le niveau de la Garaa devient inférieur à celui des plus basses marées (au printemps) ou supérieur à celui des plus hautes eaux du lac (au début de l'hiver). (Fig. 7).

En été, le niveau de l'oued suit le mouvement de la marée et sa courbe reproduit, atténuée, celle du marégraphe (fig. 7, I). En hiver, le régime est tout différent; le niveau n'étant plus influencé que par le niveau de la Garaa, l'oued se comporte alors comme une rivière ordinaire, mais une rivière d'Europe. Grâce au régulateur de la Garaa, il a, en effet, un débit plus régulier que les autres oueds. Cela n'empêche pas qu'il ait ses crues, lesquelles enregistrent, avec deux ou trois jours de retard, les périodes de fortes pluies de l'hiver. Ainsi, les grandes pluies du début de janvier 1922 firent monter le niveau de l'oued de 0 m. 50 en trois jours (fig. 7, 2); en janvier-février 1927, deux crues correspondirent aux abondantes précipitations du 19 au 21 janvier et du 5 au 9 février. Lors de ces crues, l'oued emporte parfois ses bordigues et s'étale dans son lit majeur.

Le débit de l'oued Tindja dépend beaucoup plus de la vitesse de l'écoulement que de la hauteur de l'eau dans l'oued. Or, la vitesse du courant, fonction du niveau de la Garaa, est extrêmement variable (de 0 à 3 m. seconde). Le débit, qui peut atteindre 120 mètres cubes aux crues d'hiver, ne dépasse pas, en moyenne, 20 mètres cubes au printemps. Mais en saison sèche, la vitesse du courant rentrant se ralentit, et son débit est de 500.000 mètres cubes par jour, c'est à dire d'environ 6 m³ seconde. Ce débit d'été varie lui-même d'une année à l'autre : 480.000 mètres cubes en 1916; 610.000 en 1922; 250.000 en 1924; 400.000 en 1925. Il varie aussi du commencement à la fin de la saison sèche, selon la vitesse de l'évaporation; ainsi en 1925 :

(3) Ces dépôts de vases, exhaussant chaque année le fond du lit d'une dizaine de centimètres, nécessitent des dragages fréquents. En 1927, après 5 ans sans dragages, un fond de vases à sec se montrait aux basses eaux. Aussi est-il permis de penser que, sans l'intervention de l'homme, l'envasement de l'Oued Tindja pourrait rendre actuellement intermittente la communication entre la Garaa et le lac. Dans un passé récent, l'oued s'est défendu lui-même contre l'envasement en recoupant ses méandres ou en les déplaçant.

PERIODES	DEBIT MOYEN quotidien
Du 5 juin au 3 juillet.....	110.000 m3
Du 4 juillet au 3 août.....	585.000 m3
Du 4 août au 19 septembre.....	750.000 m3

Par sa situation entre deux lacs de même niveau dont l'un est sous la dépendance de la mer, l'autre des apports continentaux, l'Oued Tindja présente donc un régime très spécial : en saison sèche, alternance bi-quotidienne de hautes eaux et de basses eaux, en relation avec la marée; en saison pluvieuse, régime normal influencé par les chutes de pluie. Des conditions hydrographiques aussi particulières justifient la composition très instable des eaux de la Garaa.

3. — Les eaux de la Garaa

a) VARIATIONS DE SALINITÉ

La salinité varie d'un bout de l'année à l'autre, comme l'indique la courbe de salinité moyenne (fig. 8, A) ⁽⁴⁾. D'une façon générale, la diminution commence avec les pluies d'automne; elle se fait lentement durant cette saison (21,93 ‰ en septembre, 20 ‰ en décembre); puis les grandes pluies d'hiver provoquent une chute brusque de la salure (11,77 ‰ en janvier; 7,29 ‰ en février). Au printemps, l'eau continue de se dessaler lentement (6,17 ‰ en mars; 5,34 ‰ en avril; 5,09 ‰ en mai), mais à partir de juin la quantité de sel croît

(4) Cette courbe a été établie pour la période 1916-1927, d'après des analyses faites par le Laboratoire de Chimie de l'Arsenal de Sidi-Abdallah. Les prélèvements d'eau, au nombre de 2 par mois, ont été faits chaque fois en 3 points de la Garaa : à Tindja, à l'oued Mergazine sur le littoral nord, et devant l'oued Douimis dans la partie occidentale. C'est sur ces 6 analyses mensuelles que les moyennes ont été calculées.

proportionnellement au volume d'eau marine apporté par l'oued Tindja et atteint 9,80 ‰ en juillet, 17, 22 ‰ en août.

Le maximum de salinité a donc lieu en septembre, à la fin de la saison sèche, le minimum en avril à la fin de la saison pluvieuse. La courbe de moyenne salinité, qui se compose de deux éléments semi-circulaires symétriques, a la même allure que la courbe pluviométrique (fig. 8, A). Mais, précisément pour cette raison, son tracé offre d'une année à l'autre des variantes caractéristiques. Ainsi, à la forme des courbes de salinité des années 1923-24 et 1925-26, on peut faci-

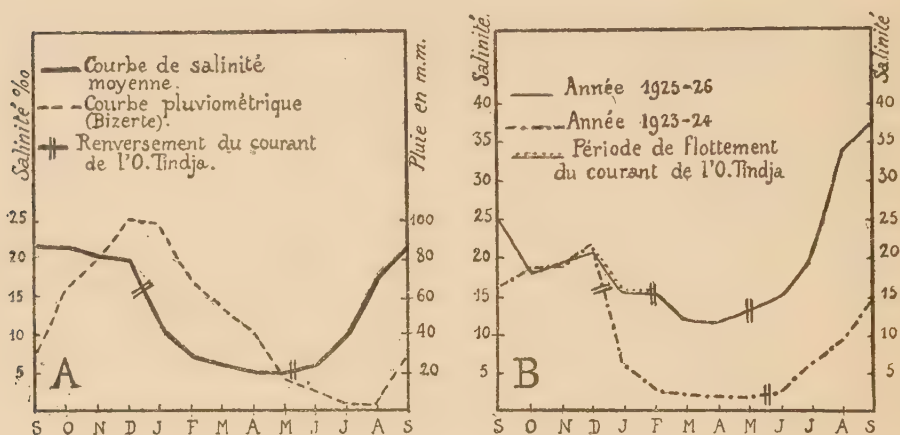


FIG. 8

VARIATIONS DE SALINITE DES EAUX DE LA GARA A ICHKEL

A : Salinité moyenne (période 1916-1927) et courbe pluviométrique.

B : Variations de la salinité au cours de deux types d'années pluviales.

lement reconnaître les caractères pluviométriques de ces années (fig. 8, B). La première, pluvieuse (1140 $\frac{m}{m}$ sur les Mogod; 685 $\frac{m}{m}$ à Bizerte) a une très faible salinité (minimum : 1,98 ‰); l'allure de la courbe s'explique par la sécheresse de l'automne, qui laisse croître la salinité jusqu'en décembre, et d'abondantes pluies d'hivers qui la font brusquement tomber, en un mois, de 22 à 5 ‰. L'année 1925-26, au contraire, est sèche (Mogod : 800 $\frac{m}{m}$; Bizerte : 420 $\frac{m}{m}$); l'insuffisance des pluies d'hiver ne peut abaisser le degré de salinité au-

dessous de 11,80 ‰, tandis que la forte évaporation de l'été le fait croître dans d'énormes proportions (39,78 ‰ le 19 septembre).

Ainsi, tout accident de quelque importance dans la pluviométrie de la région est enregistré sur la courbe de salinité : précocité ou retard des premières pluies; saison ou mois à précipitations rares ou abondantes.

En raison de l'irrégularité du phénomène pluvial, les maxima et minima n'ont pas toujours lieu à la même époque, comme il ressort du tableau suivant :

**Maxima et minima annuels de salinité des eaux de la Garaa
pour la période 1917-1927**

	MAXIMA		MINIMA	
	DATES	DEGRÉ de salinité ‰	DATES	DEGRÉ de salinité ‰
1917-18 ⁽⁵⁾	15 août	16,25	1 ^{er} mai	5,14
1918-19.....	1 ^{er} déc.	25,41	15 mai	4,68
1919-20.....	15 octobre	28	15 avril	5,50
1920-21.....	15 sept.	30,42	1 ^{er} juin	2,57
1921-22.....	17 août	19,89	16 mars	2,39
1922-23.....	4 octobre	34,8	6 avril	2,21
1923-24.....	3 décembre	23,69	17 avril	1,98
1924-25.....	6 décembre	21,80	2 mai	9,24
1925-26.....	1 ^{er} août	35,10	15 mars	11,81
1926-27.....	15 sept.	39,78	»	»

En outre, maxima et minima diffèrent beaucoup d'une année à l'autre: si la Garaa se dessale presque complètement dans les hivers

(5) L'année pluviométrique commence le 1^{er} septembre.

pluvieux (1922, 1923, 1924), elle conserve dans les années déficitaires un degré de salure assez accusé (1925, 1926) qui peut atteindre et même dépasser celui du lac voisin et de la mer.

b) INFLUENCE DE CES VARIATIONS SUR LA FAUNE

Des variations aussi étendues dans la salinité des eaux de la Garaa ne peuvent manquer d'exercer une influence considérable sur le régime biologique.

Comme la faune de toutes les eaux saumâtres, celle de la Garaa est riche en individus, mais pauvres en espèces ⁽⁶⁾. Elle se compose de poissons d'eau douce et de poissons de mer possédant une *euryhalinité* étendue, c'est-à-dire capables de s'adapter à de grandes variations de salinité. Les premiers ne sont représentés que par quelques espèces de barbeaux qui offrent peu d'intérêt pratique; les autres comprennent l'anguille (*Anguilla vulgaris*, Turton), les soles (*Solea vulgaris*, L. et *Solea lascaris*, Risso), le bar ou loup (*Labrax lupus*, C.V.) et surtout les muges ou mulets, dont les principales espèces se multiplient avec une étonnante rapidité : *Mugil capito*, Cuv. (en arabe : *Bitoun*); *Mugil cephalus*, Cuv. (en arabe : *Mbouri*); *Mugil auratus*, Risso, ou « oreille jaune ». Le *Mugil chelo*, Cuv. (en arabe : *Kmiri*), s'accommode mal des eaux douces, y est moins fréquent.

Les muges forment 95 % du produit des pêcheries de l'Oued Tindja, tandis qu'ils entrent pour une quantité insignifiante (2 %) dans le produit de la pêche maritime ⁽⁷⁾. Ils sont incontestablement les plus *euryhalins* des poissons. Dans le lac de Porto-Farina, où les conditions de profondeur et de nature des fonds sont identiques à celles de la Garaa, mais où la communication directe avec la mer assure une salinité à peu près constante, les mulets ne représentent plus que 48 % du poisson pêché; ils y sont concurrencés par des espèces plus marines qu'euryhalines comme la daurade (*Chrysophrys aurata*, L.) (20 %), le loup (17 %), la sole (8 %). Mais, que la Medjerda vienne à

(6) DE MARTONNE, 45, p. 1357.

(7) De 1926 à 1929, il a été pris en mer, par les pêcheurs de Bizerte, 290 quintaux de mulets, contre 3,175 dans la Garaa-Ichkel.

déborder dans le lac, ces dernières se laissent entraîner à la mer, cédant la place aux mulets ⁽⁸⁾.

La faune planktonique de la Garaa offre les mêmes caractères que la faune piscicole. Elle se compose soit d'espèces marines susceptibles de supporter un abaissement considérable de salinité, soit d'espèces typiquement saumâtres, soit d'espèces dulcaquicoles (d'eau douce) assez euryhalines ⁽⁹⁾. Celles-ci, apportées par les oueds, pullulent dans les zones marécageuses autour de la Garaa ⁽¹⁰⁾; dans la Garaa proprement dite, la faune paraît plus pauvre, les espèces rares. Au printemps, le plankton se compose presque essentiellement de *Popella Guernei*, Copépode d'estuaire. D'autres espèces, récoltées dans l'oued Tindja coulant vers le lac, appartiennent probablement aussi à l'eau de la Garaa : *Gammarus locusta*, *Sphéromes*, jeunes *Gobius*; *Hydraires* d'eau saumâtre; *Cytheridea torosa littoralis*, G. Brady; jeunes *Paleomonetes varians* Leach; jeunes *Podopsis slabberi*, Van Beneden ⁽¹¹⁾.

En somme, cette eau peu profonde, froide en hiver, chaude en été, très trouble, sans végétation aquatique, ne peut abriter que quelques espèces à la fois euryhalines et eurythermes.

Chaque année, du 1^{er} mars au 1^{er} mai, les bordigues de l'oued Tindja sont ouvertes pour permettre le repeuplement de la Garaa Ichkel par les poissons de la mer et du lac; car la Garaa, tout comme les autres lagunes du littoral tunisien ⁽¹²⁾, et, d'une façon générale, comme toutes les eaux saumâtres ⁽¹³⁾, ne forme pas un milieu favorable à la reproduction des espèces. Elle n'est donc qu'un vivier, où celles-ci viennent effectuer une période de croissance plus ou moins longue en attendant la maturation de leurs glandes génitales. Aussi, leurs migrations vers la mer se font-elles à des époques différentes, mais presque réguliè-

(8) MONCONDUIT, 47, p. 13.

(9) H. GAUTHIER, 26, p. 389.

(10) En avril 1925, une récolte a donné des Cladocèdes (46,5 %), des Copépodes (15 %), des Ostracodes (13,5 %) (H. GAUTHIER, 26, p. 261).

(11) H. GAUTHIER, 26, p. 388.

(12) M^{me} HELDT, 35, p. 73.

(13) E. DE MARTONNE, 45, p. 1358.

rement au moment où le courant de l'oued Tindja coule vers la Garaa, c'est-à-dire de mai à décembre ⁽¹⁴⁾.

Le renversement du courant au printemps, les variations de la salinité et peut-être de la température exercent sur les déplacements des poissons une influence déterminante, dont la pêche doit tenir le plus grand compte. Pour toutes ces raisons, les migrations des espèces de la Garaa sont toujours plus localisées dans le temps que les migrations des lacs de Porto-Farina et de Tunis, communiquant directement avec la mer, et où les prises se font en toute saison.

EPOQUES DE CAPTURE DES POISSONS A LA PÊCHERIE DE L'OUED TINDJA

Anguilles : décembre, janvier.

Barbeaux : mai, juin.

Loups : novembre, décembre, janvier.

Mbouri : juin à septembre.

Bitoun : octobre, novembre.

Autres mulets : mai à novembre, un peu les autres mois.

Soles : mai, juin, décembre, janvier.

La nécessité, où se trouvent les espèces d'aller se reproduire dans le milieu marin, donne au courant rentrant de l'oued Tindja une importance primordiale dans le développement de la faune piscicole de la Garaa. C'est ce courant qui sert de guide aux poissons cherchant à gagner la haute mer; s'il s'établit trop tard au printemps, s'il cesse trop tôt en automne, si la période de flottement se prolonge, il ne peut jouer son rôle d'indicateur, et les poissons sont incapables de trouver seuls le chemin vers la mer. Certaines espèces, comme les anguilles et les soles, s'accommodent tant bien que mal de ces conditions; mais les mulets dépérissent et succombent en masse ⁽¹⁵⁾.

(14) Cette régularité des migrations a frappé les voyageurs arabes qui n'ont pas manqué de la mentionner (IBN HAUKAL, EL BEKRI, EDRISI).

(15) HELDT, 35^{bis}, pp. 1 à 8.

Telle est la cause initiale du mal qui décime trop fréquemment les mulets de la Garaa et diminue dans de fortes proportions les produits de la pêche ⁽¹⁶⁾. On le préviendrait, semble-t-il, en facilitant les échanges entre les eaux de la mer et celles de l'Ichkel.

(16) Quantité de poisson capturé à la pêcherie de l'Oued Tindja : en 1922, 1.100 quintaux; en 1924, 285; en 1926, 242; en 1928, 1.144; en 1929, 490; en 1932, 87.

CHAPITRE V

L'UTILISATION DES LACS PAR L'HOMME

L'homme a toujours cherché à tirer parti du système lacustre. Autrefois, il l'exploitait surtout pour les produits de la pêche; aujourd'hui, il en a fait un grand port. Cette évolution est la conséquence de la transformation que nous avons décrite, et c'est à ce point de vue que nous l'étudierons dans ce dernier chapitre ⁽¹⁾.

1. — Peut-on utiliser les eaux de la Garaa Ichkel ?

Ce lac de 80 km², qui reçoit les eaux fluviales d'un bassin-versant vaste et pluvieux, ne pourrait-il pas servir à l'alimentation de Bizerte et des villes de la région ou à l'irrigation de la plaine voisine de Mateur ?

La question a été examinée, des études faites, un projet esquissé ⁽²⁾. Pour faire de la Garaa un étang d'eau douce, il fallait évacuer l'eau saumâtre et empêcher le retour de l'eau du lac; un simple barrage de 2 mètres de haut à la naissance de l'oued Tindja aurait suffi à isoler la Garaa. Mais on s'est heurté à des difficultés nombreuses dont la plus grave, semble-t-il, est l'impossibilité de remplir le bassin d'eau de bonne qualité, à cause du fond et des bords vaseux, des sources sulfureuses ⁽³⁾ autour du Djebel Ichkel, des oueds salés. Les eaux de ces derniers, après avoir lessivé les terrains triasiques si étendus dans la région, se déversent dans la Garaa, plus ou moins chargées de sel. Celles de l'oued Melah (Melah = Salé), au moment des pluies d'hiver et du commencement du printemps, peuvent contenir jusqu'à 4 ou 5 ‰ de chlorure de sodium; les autres, oued Séjenane, oued

(1) On trouvera une étude étendue sur la pêche dans les lacs et sur le port de Bizerte dans F. BONNIARD, *Le Tell Septentrional en Tunisie*, 5^e partie, chap. III, et 6^e partie, chap. II.

(2) L'auteur en est M. GUIOTTON, alors ingénieur en chef des Travaux hydrauliques à Bizerte.

(3) Ces sources expliquent sans doute la présence d'une assez forte proportion d'acide sulfurique dans les eaux de la Garaa.

Joumine, en contiennent une proportion toujours appréciable (environ 0,5 %).

Le projet de faire de la Garaa un réservoir d'eau potable a donc été définitivement abandonné; un projet d'irrigation serait aussi difficile à réaliser. La nappe manque de profondeur et ses rivages bas à l'ouest et au sud ne permettent pas d'emmagasiner beaucoup d'eau sans une large extension sur la plaine environnante; une élévation de niveau de 2 mètres recouvrirait des milliers d'hectares cultivés, le tiers de la plaine de Mateur. D'autre part, la mince nappe d'eau qu'on pourrait mettre en réserve chaque hiver aurait à subir, à partir d'avril, une évaporation intense et disparaîtrait à peu près totalement au cours de la saison sèche. Enfin, le remplacement de l'eau saumâtre par l'eau douce provoquerait une recrudescence du paludisme dans une région actuellement riche et peuplée.

Pour toutes ces raisons, il semble donc qu'on doive renoncer à utiliser les eaux de la Garaa. Le profit le plus direct et le plus sûr qu'ont peut en tirer est encore le poisson; mais, jusqu'à présent, on a fait bien peu de choses pour améliorer cette source de revenus. Une connaissance plus approfondie du milieu et des conditions biologiques, d'utiles travaux, comme l'élargissement et l'approfondissement de l'oued Tindja, multiplieraient les possibilités de rendement de ces eaux si propices au développement de certaines espèces.

2. — La pêche

La pêche dans les lacs est la forme la plus ancienne de la pêche à Bizerte et celle qui, jadis, assurait les plus gros rendements. Selon les témoignages des voyageurs du Moyen-Age et des Temps Modernes, elle était la principale ressource des habitants de Bizerte ⁽⁴⁾.

On exploitait les lacs en installant des bordigues dans le chenal. A son poste de guet, où il se tenait en permanence, le « *raïs* » ou capitaine de pêche surveillait le passage des migrations. A l'approche de celles-ci, il donnait l'alerte et la plus grande partie de la population se rendait à la pêche. Les quantités de poissons capturés étaient par-

(4) EL BEKRI, 7, p. 139; EDRISI, 22; PELLISSIER, 49, p. 40; PLAYFAIR, 51, p. 144.

PLANCHE III
LES PECHERIES DES LACS



A : Autrefois (avant 1906) : les bordigues du goulet.



B : Aujourd'hui; la pêcherie de l'Oued Tindja.

fois énormes et le souvenir s'en est conservé dans la mémoire des vieux pêcheurs ⁽⁵⁾.

Les pêcheurs de Bizerte usaient encore de procédés variés dont quelques-uns leur étaient particuliers. Pour capturer les grands mulets sauteurs qui franchissaient les barrages, on employait dans le goulet la *cannal*, engin composé d'un filet horizontal et d'un filet vertical. A l'époque des daurades, en automne, des centaines de pêcheurs improvisés plongeaient pour aller au fond de l'eau enfiler les poissons avec de longues aiguilles. Enfin, un procédé original, souvent mentionné par les vieux auteurs ⁽⁶⁾, était utilisé dans le chenal pour la pêche au mulot doré (m'bouri) : une femelle, attachée à une ficelle et servant d'appât, était promenée le long de la rive. Ce procédé est encore employé.

La pêche, l'industrie la plus active de Bizerte, faisait vivre des centaines de familles : pêcheurs professionnels, gardiens, fabricants et réparateurs de filets, producteurs de roseaux pour les bordigues. Les indigènes essayaient de conserver une partie de leur pêche par séchage ou salaison, ou bien préparaient la boutargue avec les œufs de mulets, mais la plus grande partie du poisson était vendue à l'état frais, expédié par charrettes sur Tunis et sur l'intérieur.

L'installation d'un port militaire à Bizerte allait malheureusement tarir en partie cette précieuse source de revenus. La pêcherie qui, après le creusement du chenal, avait été reportée en amont du goulet (pl. III, A), fut supprimée en 1906. Depuis, les pêcheries n'existent plus que sur l'oued Tindja (pl. III, B), à Sidi-Ahmed, entre le littoral et l'île Kebira. Aussi le rendement a-t-il baissé dans l'énormes proportions : jusqu'en 1906, sa moyenne annuelle était supérieure à 3.000 quintaux : après l'enlèvement des bordigues du goulet, elle n'atteint pas 1.000 quintaux, et nous avons vu (v. Chap. IV) que l'épizootie des mulets de la Garaa a réduit certaines années le rendement à 250 quintaux.

Pour remédier à cette situation ruineuse, les pêcheurs bizertins se

(5) Une de ces pêches miraculeuses aurait donné 22.000 grosses daurades de 2 à 5 kgs (E. DE FAGES et PONZEVERRA, 23, p. 92).

(6) EL BEKRI, 7, p. 139.

sont tournés vers la mer qu'ils avaient jusqu'alors presque totalement négligée.

3. — Le port de Bizerte

Si l'importance piscicole des lacs a diminué, c'est parce qu'un grand port s'est établi là, un port qui résume actuellement toute la valeur du système lacustre.

Les documents antiques, les vieux quais phéniciens, dont on retrouve encore les vestiges, témoignent qu'un port a existé de tous temps à Bizerte. Mais l'état de l'embouchure le condamnait au rôle modeste de port de pêche et de port pirate (pl. II). Depuis de longs siècles, les embarquements de marchandises ne pouvaient se faire que dans la baie où, trop souvent, ils avaient à souffrir des vents.

L'actuel port de Bizerte, avec ses immenses étendues bien abritées, en eau profonde, est l'un des plus vastes et des plus beaux du monde, le port naturel le plus remarquable de la Méditerranée.

Le port militaire utilise le goulet, le lac, une partie de leur littoral (fig. 2); le port de commerce, qui pourrait se servir pour les besoins de la navigation du plan d'eau du goulet (un millier d'hectares), se contente pour le moment du chenal et de la baie de Sebra (pl. II, B; et fig. 3. B).

Cette dualité a porté un certain préjudice au développement du port marchand. La destination première de Bizerte, qui ne devait être qu'un port de guerre, ne contribua pas à servir ses intérêts lors de l'aménagement économique de la Régence. Malgré tout, Bizerte se maintient au troisième rang des ports tunisiens, après Sfax et Tunis, pour le tonnage des marchandises: au deuxième rang, après Tunis, pour le nombre de voyageurs ⁽⁷⁾. Il ne peut que gagner à la mise en valeur de la région tunisienne du Nord, riche et peuplée.

Mais la véritable prospérité du port de Bizerte dépend beaucoup plus du rôle qu'il est appelé à jouer dans le trafic mondial, car il

(7) En 1929, le tonnage net des marchandises s'est élevé à 504.000 (dont 166.000 aux entrées, 338.000 aux sorties), le nombre total des voyageurs à 20.767.

occupe une situation unique sur une des voies maritimes les plus fréquentées du globe. De ce côté, il est regrettable que presque rien n'ait encore été fait ⁽⁸⁾.

CONCLUSION

Le système lacustre de Bizerte est un fait géographique unique sur le littoral de la Berbérie. Il existe bien là d'autres nappes lacustres, mais leur évolution, comme celle de la Garaa Ichkel, a été si rapide, qu'aucune ne peut plus être utilisée par la navigation; aucune ne présente les caractères exceptionnels du lac de Bizerte.

Ce petit bassin, qui offre à la fois l'aspect d'un lac et d'une anse intérieure, n'évolue en somme ni comme un lac ni comme une anse : la Garaa Ichkel le protège contre l'envasement continental; sa situation intérieure le met à l'abri de l'accumulation littorale.

L'initiative des hommes a su tirer parti de ces conditions éminemment favorables en les améliorant. Car, si le système lacustre a permis l'établissement du port, c'est la création de celui-ci qui a rendu à la nappe les traits nettement maritimes qu'elle avait eus dans le passé.

Cette transformation d'un point du littoral, où la vie maritime s'étiolait et menaçait de disparaître, a rajeuni en même temps les genres de vie et l'activité humaine et profondément influé sur la physionomie de la région.

Bizerte nous donne ainsi un remarquable exemple de correction de la nature par l'homme et d'utilisation rationnelle de conditions propices jusqu'alors inexploitées.

(8) Sur cette question, voir F. BONNIARD, 13, 6^e partie, chap. II.

BIBLIOGRAPHIE

Cartes

1. Carte de Tunisie au 1/50.000 du Service Géographique de l'Armée, feuille Bizerte (II) et Djebel Achkel (VI).
2. Carte de Tunisie au 1/200.000 du Service Géographique de l'Armée, feuille Bizerte.
3. Carte géologique provisoire de la Tunisie au 1/200.000, feuille Bizerte.
4. Carte du Service hydrographique de la Marine. Feuilles :
4198, Du Cap Blanc au Cap Farine;
4970, Lac de Bizerte;
5281, Port de Bizerte et goulet du lac.

Ouvrages, articles

5. ABOULDEFA (Géographie d'). — Trad. Reinaud, Paris, 1848.
6. BARTH (H.). — Wanderungen durch die Küstenländer des Mittelmeers, Berlin, 1849, 1^{er} vol.
7. BEKRI (EL). — Description de l'Afrique Septentrionale (x^e siècle), Trad. de Slane, Paris, 1858.
8. BONNIARD (F.). — Bizerte et sa région, *Ann. de Géogr.*, 1925, pp. 133 à 145.
9. BONNIARD (F.). — Sur la topographie du goulet de Bizerte et ses transformations actuelles, *Comptes rendus de l'Assoc. franç. pour l'Avancement des Sciences*; 51^e session, 1927, pp. 569 à 571.
10. BONNIARD (F.). — Sur les variations des rivages du lac de Bizerte dans les temps historiques, *id.*, pp. 571-574.

11. BONNIARD (F.). — Sur une seconde communication du lac de Bizerte avec la mer à une époque antérieure, *id.*, pp. 574-575.
12. BONNIARD (F.). — Un grand port inutilisé : Bizerte, *id.*, pp. 575-577.
13. BONNIARD (F.). — La Tunisie du Nord, le Tell Septentrional, Etude régionale (thèse). Paris, 1934.
14. BOUCHON-BRANDELY et BERTHOULE. — Les pêches maritimes en Algérie et en Tunisie, Paris, 1891.
15. BOURGE. — Les pêches maritimes de la Tunisie, *6^e Congrès national des pêches maritimes*, Paris, 1914.
16. CHEVALLIER (A.). — L'étang de Berre, *Ann. de Géogr.*, XXIV, 1917.
17. Cahier de Pilotage du port de Bizerte (manuscrit).
18. Compagnie du Port de Bizerte, Le nouveau port de Bizerte, Paris, 1903.
19. Direction générale des Travaux publics. Etude des fonds de pêche des côtes tunisiennes, Tunis, 1923.
20. Direction générale des Travaux publics, Tableaux statistiques : ports, navigation et pêches maritimes, Tunis, annuels, depuis 1885.
21. DUNANT. — Notice sur la Régence de Tunis, Genève, 1858.
22. EDRISI. — Description de l'Afrique et de l'Espagne (XII^e siècle), Trad. Dozy et Goeje, Leide, 1866.
23. FAGES (de) et PONZEVERRA. — Les pêches maritimes de la Tunisie, 2^e édit., Paris, 1908.
24. FILIPPI (Comte). — Fragments historiques et statistiques sur la Régence de Tunis (1825-1830), publiés par Ch. Monchicourt, *Rev. hist. des Colonies franç.*, 2^e, 3^e et 4^e trim. 1924.

25. FRANK (L.) et MARCEL (J. J.). — Tunis, publié dans l'*Univers pittoresque*, Paris, 1862.
26. GAUTHIER (H.). — Recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie, Alger, 1928.
27. GAUTIER (E. F.). — La structure de l'Algérie, Paris, 1922.
28. GINESTOUS. — Conférences de météorologie, Résumé de climatologie tunisienne, *Bull. de la Direction gén. de l'Agric.*, Tunis, 1922.
29. GINESTOUS. — Etude climatologique du golfe de Tunis, Tunis, 1925.
30. GINESTOUS. — Le régime des pluies en Tunisie (1901-1925), Tunis, 1927.
- 30^{bis}. GOSSELIN. — Les eaux souterraines en Tunisie, Congrès d'Agromomie du Cinquantenaire, pp. 584 à 603, 1931.
31. GRENVILLE-TEMPLE. — Excursions in the Mediterranean, Algiers and Tunis, London, 1835.
32. GRUVEL (A.). — L'industrie des pêches sur les côtes tunisiennes, *Station océan. de Salammbô*, *Bull.* n° 4, Tunis, 1926.
33. GSELL (S.). — Histoire ancienne de l'Afrique du Nord, Paris, 8 vol. de 1920 à 1928.
34. GUÉRIN (V.). — Voyage archéologique dans la Régence de Tunis, 2 vol., Paris, 1862.
35. HELDT (M^{me} H.). — Le Lac de Tunis, *Station océan. de Salammbô*, *Bull.* n° 11, 1929.
- 35^{bis}. HELDT (H.). — Sur le mal dont périssent les muges de l'Ischkeul, *Stat. océan. de Salammbô*, *Notes* n° 17, 1931.
36. IBN HAUCAL. — Description de l'Afrique (x^e siècle), Trad. de Slane, Paris, 1842.

37. KITAB EL ISTIBCAR. — L'Afrique Septentrionale au XII^e siècle, Trad. Fagnan, description publiée par le *Recueil des Notices et Mémoires de la Société archéol. de Constantine*; Constantine, 1900.
38. LAVAUDEN (L.). — Contribution à l'histoire naturelle des Buffles, *Extr. de la Rev. franç. de Mammalogie*, Aurillac, 1927, pp. 10-39.
39. LAVAUDEN (L.). — La fixation et le reboisement des dunes de Bizerte, *Extr. de la Rev. des Eaux et Forêts*, Paris, juin 1928.
40. LE DANOIS (Ed.). — Recherches sur les fonds chalutables des côtes de Tunisie, *Ann. Station océan. de Salammbô*, n^o 1, Tunis, 1925.
41. LAMOTHE (Général de). — Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger et d'une partie de la côte algérienne, Paris, 1911.
42. LE MESLE (G.). — Missions géologiques, 1887 et 1888. Journal de voyage, *Explor. scientif. de la Tunisie*, Paris, 1888 et 1889.
43. LÉON L'AFRICAIN. — Description de l'Afrique (XV^e siècle), Trad. J. Temporal, Paris, 1830.
44. MARMOL. — L'Afrique (XVI^e siècle), Trad. Nicolas Perrot, Paris, 1667.
45. MARTONNE (Em. de). — Traité de Géographie physique, 4^e édition, Paris, 1925-1927.
46. MAUMENÉ (Cap.). — Bizerte et son nouveau port, *Ann. de géogr.*, 1895, pp. 464-479.
47. MONCONDUIT (P.). — Situation de la pêche en Tunisie au 1^{er} janvier 1927, *Station océan. de Salammbô*, Bull. n^o 6, Tunis, 1927.
48. PALLARY (P.). — Les calcarina du N.O. de l'Afrique, *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, Band 32, 1910.

49. PELLISSIER (E.). — Description de la Régence de Tunis, *Explorat. scient. de l'Algérie*, t. XVI, Paris, 1853.
50. PEYSSONNEL et DESFONTAINES. — Voyages dans les Régences de Tunis et d'Alger (1724 et 1784), 2 vol., Paris, 1838.
51. PLAYFAIR. — Travels in the footsteps of Bruce in Algeria and Tunis, London, 1877.
52. PLIN L'ANCIEN. — IX, 8.
53. PLIN LE JEUNE. — Lettres, IX, 33.
54. POMEL (A.). — Une mission scientifique en Tunisie en 1877, *Bull. de l'Ecole sup. des Sciences*, Alger, n° 1, 1886.
55. PRUVOT (G.). — Recherches effectuées au cours des croisières de l'Orvet dans la Méditerranée en 1921-1922, *Office scient. et tech. des pêches maritimes. Notes et mémoires*, n° 25, Paris, 1923.
56. RECLUS (E.). — Nouvelle géographie universelle, t. XI, Paris, 1886.
57. Service hydrographique de la Marine, Instructions nautiques, n° 313, Paris, 1919.
58. SHAW. — Voyages dans plusieurs provinces de la Barbarie et du Levant, La Haye, 1753.
59. SOLIGNAC (M.). — Sur la tectonique de la plaine de Mateur et de ses abords, *Comptes rendus Acad. Sc.*, 1923, pp. 909-912.
60. SOLIGNAC (M.). — Note préliminaire sur les formations tertiaires et quaternaires de la région de Bizerte, *Comptes rendus Assoc. fr. Avancem. Sc.*, Congrès de 1923.
61. SOLIGNAC (M.). — Sur la présence du *Buffelus paloeindicus falc.* dans le quaternaire ancien de la région de Bizerte, *Bull. Soc. géol. de France*, 4^e série, t. XXIV, pp. 176-192,

62. SOLIGNAC (M.). — Etude géologique de la Tunisie Septentrionale (Thèse), Tunis, 1927.
 63. SPRATT (Lieutenant). — Remarks on the lakes of Benzerta in the Regency of Tunis, made in May 1845, *Journal of the Royal Géographical Society of London*, vol. 16, 1846, pp. 251-256.
 64. SUDRY (L.). — L'étang de Thau, essai de monographie océanographique (Thèse), Monaco, 1910.
 65. THOMAS (Ph.). — Essai d'une description géologique de la Tunisie, 2 vol., Paris, 1907 et 1908.
 66. TISSOT (Ch.). — Géographie comparée de la province romaine d'Afrique, 2 vol., Paris, 1884 et 1888.
-

TABLE DES FIGURES

	Pages
1. Carte d'ensemble de la région des lacs.....	6 - 7
2. Le lac de Bizerte.....	8 - 9
3. L'embouchure du goulet.....	12
4. Le régime des marées à Bizerte et à Sidi-Abdallah.....	24
5. Les courants du chenal.....	28
6. Influence des dimensions du chenal sur les variations du niveau du lac (schéma).....	30
7. Régime des courants de l'Oued Tindja.....	37
8. Variations de salinité des eaux de la Garaa Ichkel.....	40

PHOTOGRAPHIES

	Pages
<i>I. Le littoral lacustre :</i>	
a) Les rives du goulet.....	8 - 9
b) L'érosion sur le littoral septentrional du lac.....	8 - 9
<i>II. Les transformations de Bizerte :</i>	
a) En 1881, l'ancien chenal dans la ville indigène.....	22 - 23
b) En 1930, le nouveau chenal et la ville européenne.....	22 - 23
<i>III. L'exploitation des lacs : les pêcheries :</i>	
a) Autrefois : les bordigues du goulet.....	48 - 49
b) Aujourd'hui : la pêche de l'Oued Tindja.....	48 - 49

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION.....	3
CHAPITRE I. <i>Le système lacustre :</i>	
1. Sa formation.....	5
2. Ses éléments :	
a) Le goulet.....	6
b) Le lac.....	7
c) La Garaa Ichkel.....	8
CHAPITRE II. <i>Les conditions hydrographiques anciennes :</i>	
1. L'embouchure du goulet avant 1895.....	11
2. Les apports d'eau douce et les conditions météorologiques.....	13
3. Les courants du chenal.....	15
4. Le régime des lacs.....	17
CHAPITRE III. <i>Les conditions actuelles : courants du chenal et du goulet :</i>	
1. Causes des courants.....	22
2. Le régime des courants.....	27
3. Les effets des courants.....	29
CHAPITRE IV. <i>Les conditions actuelles (suite) : Garaa Ichkel et Oued Tindja :</i>	
1. Le régime de la Garaa Ichkel.....	32
2. Les courants de l'Oued Tindja.....	35
3. Les eaux de la Garaa :	
a) Variations de salinité.....	39
b) Influence de ces variations sur la faune....	42
CHAPITRE V. <i>L'utilisation des lacs par l'homme :</i>	
1. Peut-on utiliser les eaux de la Garaa Ichkel ?....	47
2. La pêche.....	48
3. Le port de Bizerte.....	50
CONCLUSION.....	51
BIBLIOGRAPHIE.....	53
TABLE DES FIGURES.....	59
PLANCHES HORS-TEXTE.....	59
